



**FELISBERTO VENÂNCIO CHICAMASSO MIQUICENE**

**ARMAZENABILIDADE DE SEMENTES DE SOJA  
TRATADAS COM INSETICIDAS EM DIFERENTES  
TEMPERATURAS**

**LAVRAS-MG  
2020**

**FELISBERTO VENÂNCIO CHICAMASSO MIQUICENE**

**ARMAZENABILIDADE DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM  
INSETICIDAS EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.



Prof. Dr. Everson Reis Carvalho  
Orientador

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho  
Coorientadora

**LAVRAS- MG  
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Miquicene, Felisberto Venâncio Chicamasso.

Armazenabilidade de sementes de soja tratadas com inseticidas  
e sua relação com a temperatura ambiental / Felisberto Venâncio  
Chicamasso Miquicene. – Lavras: UFLA, 2020.

73 p.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2020.

Orientador(a): Everson Reis Carvalho.

Coorientador(a): Maria Laene Moreira de Carvalho

Bibliografia.

1. *Glycine max*. 2. Tratamento de sementes. 3. Armazenamento  
seguro. 4. Qualidade fisiológica. 5. Vigor. 6. Universidade Federal  
de Lavras. II. Título.

**FELISBERTO VENÂNCIO CHICAMASSO MIQUICENE**

**ARMAZENABILIDADE DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM  
INSETICIDAS EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

**STORAGE OF SOYBEAN SEEDS TREATED WITH INSECTICIDES AT  
DIFFERENT TEMPERATURES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 15 de dezembro de 2020.

Prof. Dr. João Almir Oliveira

UFLA

Prof. Dr. André Delly Veiga

IFSULDEMINAS



Prof. Dr. Everson Reis Carvalho  
Orientador

Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho  
Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2020**

*Aos meus pais Venâncio Chicamasso e Rabeca Manguiza.*

*À minha esposa Maiansa Odetete Zeca, e meus filhos*

*Yonel Felisberto e Michel Felisberto.*

*Aos meus irmãos Piedade, Deolinda, Catarina e Armando.*

*Ao meu amigo Gabriel Vasco.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A conclusão deste mestrado não seria possível sem que tivesse recebido contribuições e diversas formas de apoio. Todavia, sirvo da presente para manifestar e endereçar meus profundos agradecimentos a todos que direta ou indiretamente deram sua contribuição, especialmente a:

A Deus, o arquiteto do Universo, pela vida e saúde.

Aos meus pais, filhos, esposa e irmãos pela força e incentivo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo – Código de Financiamento 001.

À Universidade Federal de Lavras-UFLA, em particular ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela oportunidade que me foi concedida para a realização do curso.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Everson Reis Carvalho, pela ajuda, paciência e orientação proporcionada durante a realização deste trabalho.

À minha Coorientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Laene Moreira de Carvalho pelas contribuições prestadas.

Ao Prof. Dr. João Almir Oliveira e Prof. Dr. André Delly Veiga por fazerem parte da banca da minha defesa.

Aos Professores do programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Lavras, que participaram da minha formação acadêmica.

À Secretária do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Marli Túlio, pela ajuda prestada em todos os momentos.

Aos técnicos do Laboratório Central de Análise de Sementes da UFLA, nomeadamente Geraldo, Jaqueline e Dalva pela ajuda e disponibilidade.

À “Turma do Everson”, pelos trabalhos realizados juntos e pela convivência.

Aos amigos do setor de sementes, nomeadamente a Nasma da Sorte Cossa, Juliana Espíndola Lima e Luiz Fernando, pelos bons momentos de convivência.

A todos moçambicanos em Lavras, nomeadamente: Lucídio, Fidel, Guivi, Barros, Elídio Zitha, Melvis, Jonas, Denilson, Adelaide Buchile, Sandra Barros, Júlio, Micaela, Mesquita, António Bacacheza, Sheila e Rogério, pela amizade e companheirismo.

Muito Obrigado!

## RESUMO

Devido ao crescente uso do tratamento industrial de sementes e por questões técnicas e logísticas, os tratamentos químicos estão sendo realizados muitas vezes antes do armazenamento. Outro aspecto relevante e que necessita de esclarecimentos é a relação armazenabilidade de sementes tratadas e os genótipos de soja. É importante que a qualidade fisiológica de sementes tratadas seja mantida até o momento da semeadura, mesmo sob diferentes temperaturas de armazenamento. Para tal, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar e monitorar os efeitos dos tratamentos químicos com inseticidas sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja ao longo do armazenamento, em função do período e condições do ambiente. Foram utilizadas sementes de soja de duas cultivares, a M5971IPRO e M6410IPRO, analisadas separadamente. O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5x3x4, sendo cinco tratamentos de sementes, envolvendo inseticidas e controles (Avicta®, Cruiser®, Fortenza®, Polímero + água e Controle absoluto), três temperaturas ao longo do armazenamento (10; 20 e 30 °C) e quatro períodos de armazenamento (0; 50; 100 e 200 dias), em quatro repetições. Foram avaliados os seguintes parâmetros: grau de umidade, primeira contagem de germinação, germinação, emergência de plântulas, envelhecimento acelerado em papel e envelhecimento acelerado em substrato de solo e areia. A temperatura de 30 °C afeta diretamente a qualidade durante o armazenamento das sementes tratadas com inseticidas, temperaturas elevadas acentuam a degradação das reservas e a sua sensibilidade ao tratamento. No armazenamento a 10 °C a qualidade fisiológica das sementes de soja tratadas com Avicta®, Cruiser® e Fortenza® é preservada durante os 200 dias. Os inseticidas Avicta®, Cruiser® e Fortenza® e Polímero + água afetam negativamente a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas a partir de 100 dias a 20 e 30 °C de temperatura. Em sementes de soja armazenadas a 30 °C ocorreu redução na qualidade fisiológica independente do tratamento a que foram submetidas. As moléculas inseticidas proporcionam distintas taxas de deterioração/sensibilidade das sementes e plântulas de soja ao longo do armazenamento.

Palavras-chave: *Glycine max*. Tratamento de sementes. Armazenamento seguro. Inseticidas. Qualidade fisiológica.

## ABSTRACT

Due to the increasing use of industrial seed treatment, for technical and logistical reasons, chemical treatments are, being carried out many times before storage. Another important aspect that needs clarification is the storage relationship of treated seeds and soybean genotypes. It is important that the physiological quality of treated seeds be maintained until sowing, even under different storage temperatures. The objective of this research was to evaluate and monitor the effects of chemical treatments with insecticides on the physiological quality of soybean seeds during storage, depending on the period and condition of the environment. Soybean seeds from two cultivars, M5971IPRO and M6410IPRO, were analyzed separately. The experimental design used was completely randomized in a 5x3x4 factorial arrangement, with five seed treatments, involving insecticides and controls (Avicta®, Cruiser®, Fortenza®, Polymer + water and Absolute Control), three temperatures throughout storage (10; 20 and 30 °C) and four storage periods (0; 50; 100 and 200 days), in four repetitions. The following parameters were evaluated: moisture content, first germination count, germination, seedling emergence, accelerated aging on paper and accelerated aging on soil and sand substrate. The temperature of 30 °C directly affect the quality during storage of seeds treated with insecticides, high temperatures accentuate the degradation of reserves and your sensitivity to treatment. At 10 °C storage, the physiological quality of soybean seeds treated with Avicta®, Cruiser® and Fortenza® is preserved for 200 days. The insecticides Avicta®, Cruiser® and Fortenza® and Polymer + water negatively affect the physiological quality of soybean seeds stored after 100 days at 20 and 30 °C temperature. In soybean seeds stored at 30 °C there was a reduction in physiological quality regardless of the treatment to which they were submitted. The insecticidal molecules provide different rates of deterioration/susceptibility of soybean seeds and seedlings during storage.

Keywords: *Glycine max*. Seed treatment. Seed safety. Physiological quality. Vigor.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Produtos comerciais e doses utilizados para o tratamento de sementes de soja.	24
Tabela 2 -	Porcentagem média de primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas. ....	38
Tabela 3 -	Porcentagem média de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas. ....	39
Tabela 4 -	Porcentagem média de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas. ....	43
Tabela 5 -	Porcentagem média de emergência em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas. ....	45
Tabela 6 -	Porcentagem média de emergência em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas. ....	49
Tabela 7 -	Porcentagem média de envelhecimento acelerado em papel em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, em diferentes temperaturas. ....	52
Tabela 8 -	Porcentagem média de envelhecimento acelerado em papel em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas.....	55
Tabela 9 -	Porcentagem média envelhecimento acelerado em substrato de solo e areia em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controle, armazenadas em diferentes temperaturas. ....	61

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Grau de umidade médio das sementes da cultivar de soja M5971IPRO em função do tratamento de sementes com inseticidas e controle, no período de armazenamento..... 29
- Figura 2 - Grau de umidade médio em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função do tratamento de sementes com inseticidas e controle, no período de armazenamento..... 30
- Figura 3 - Porcentagem média de grau de umidade em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.....31
- Figura 4 - Porcentagem média de grau de umidade em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas. .... 32
- Figura 5 - Porcentagem média de primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do tratamento de sementes com inseticidas e controle, no período de armazenamento. .... 333
- Figura 6 - Porcentagem média de primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do tratamento de sementes com inseticidas e controle, no período de armazenamento. .... 34
- Figura 7 - Porcentagem média de primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, ao longo do armazenamento. .... 35
- Figura 8 - Porcentagem média de primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, ao longo do armazenamento. .... 35
- Figura 9 - Porcentagem média da primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.37
- Figura 10 - Porcentagem média da primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.37
- Figura 11 - Porcentagem média de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas. .... 41
- Figura 12 - Porcentagem média de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, ao longo do armazenamento..... 42

Figura 13 - Porcentagem média de emergência em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas .....	47
Figura 15 - Porcentagem média de envelhecimento acelerado em papel em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.	53
Figura 16 - Porcentagem média de envelhecimento acelerado em papel em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles ao longo do armazenamento em diferentes temperaturas.....	58
Figura 17 - Porcentagem de vigor, por meio de envelhecimento acelerado em substrato de solo e arei em sementes de soja da cultivar de soja M5917IPRO em função do tratamento de sementes com inseticidas e controle, no período de armazenamento.....	59
Figura 18 - Porcentagem de vigor, por meio de envelhecimento acelerado em substrato de solo e areia em sementes de soja da cultivar de soja M5917IPRO em função do tratamento de sementes com inseticidas e controle, no período de armazenamento.....	60
Figura 19 - Porcentagem média de envelhecimento acelerado em substrato de solo e areis em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.....	60
Figura 20 - Porcentagem média de envelhecimento acelerado em substrato de solo e areis em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles ao longo do armazenamento em diferentes temperatura.....	64

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>A cultura da soja.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Qualidade de sementes de soja.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Tratamento de sementes.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>Armazenamento de sementes de soja.....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Descrição do local .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Cultivares utilizadas .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Produtos para o tratamento de sementes.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4</b>	<b>Análises físicas e fisiológicas.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Grau de Umidade (GU) .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Primeira contagem de germinação (PCG).....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Germinação (G) .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Emergência de plântulas em condições controladas (EP) .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4.5</b>	<b>Envelhecimento acelerado em substrato papel (EAP) .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4.6</b>	<b>Envelhecimento acelerado em substrato de solo e areia (EAS).....</b>	<b>26</b>
<b>3.5</b>	<b>Delineamento experimental e análise estatística.....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Grau de Umidade (GU) .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>Primeira contagem de germinação (PCG).....</b>	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>Germinação (G) .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4</b>	<b>Emergência de plântulas .....</b>	<b>44</b>
<b>4.5</b>	<b>Envelhecimento acelerado em papel (EAP) .....</b>	<b>52</b>
<b>4.6</b>	<b>Envelhecimento acelerado em substrato de solo e areia (EAS).....</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>
	<b>ANEXO .....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é considerada a principal oleaginosa e uma das principais fontes de proteína vegetal no mundo. Com crescente consumo nos últimos anos, impulsionado pelo aumento demográfico e do poder aquisitivo, principalmente nos países em desenvolvimento, a exemplo do Brasil, China e Índia (LACERDA, 2014).

Em termos de produção, a análise da série histórica nacional demonstra que, em 1970 era cultivado 1,3 milhão de hectares de soja, alcançando a marca de 36,8 milhões de hectares na safra de 2019/20. No mesmo período, a produção brasileira de soja era de 1,5 milhão de toneladas, sendo que, para a safra de 2019/20 a produção foi de 126 milhões de toneladas, com uma produtividade de 3.273 kg.ha<sup>-1</sup> (APROSOJA, 2020; ASA, 2020; CONAB, 2020).

São vários os fatores que tem contribuído para o aumento da produção de soja no país, dentre eles a criação de cultivares adaptadas às condições climáticas das regiões produtoras, como o Centro-Oeste; adoção do sistema de plantio direto para a inserção na agricultura das regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte, além do desenvolvimento de cultivares tolerantes a herbicidas (eventos de transgenia) (APROSOJA, 2020), sendo muitas dessas tecnologias veiculadas às sementes. Um dos fatores limitantes que pode afetar o sucesso do cultivo é a qualidade das sementes. Devido aos investimentos e avanços tecnológicos no agronegócio, os atributos de qualidade de sementes são cada vez mais requeridos, normatizados e incentivados, imprimindo maior eficiência produtiva no cenário agrícola.

A qualidade de sementes influencia no processo produtivo e garante estandes uniformes, aumentando as chances de sucesso da cultura, sendo a semente, o insumo básico para a agricultura e responsável pela transferência de inovações tecnológicas e dos ganhos genéticos resultantes dos trabalhos de melhoramento (FRANÇA NETO *et al.*, 2014). A relação sementes de elevada qualidade e ganhos de produtividade em soja já foi relatada em diversos trabalhos (SCHEEREN *et al.*, 2010, BAGATELI *et al.*, 2019).

A utilização de sementes de alta qualidade impõe-se como fundamental para a expressão do potencial produtivo da cultivar. A qualidade de sementes é o somatório de todos os atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários, podendo estes serem influenciados por diversos fatores desde o processo de produção no campo, colheita, transporte, secagem, beneficiamento (SANTOS *et al.*, 2016; ROCHA *et al.*, 2017), além do tratamento com inseticidas (JUNIOR BRAUN, 2015; BRZEZINSKI *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2018) e das condições de armazenamento em que as sementes são submetidas (ARAÚJO, 2016). Por isso todos esses

fatores merecem atenção especial para garantir elevada qualidade até o momento da utilização das sementes.

Em relação ao processamento pós-colheita, uma importante ferramenta para o processo produtivo é o tratamento de sementes com produtos fitossanitários, devido suas diversas vantagens. Os produtos químicos como fungicidas e inseticidas são aplicados às sementes com a finalidade de proteger as plântulas na fase inicial do crescimento, sendo que, além de proporcionar proteção às sementes, esses produtos não devem ocasionar prejuízos à qualidade fisiológica dos lotes de sementes, seja imediatamente depois do recobrimento ou após o armazenamento (CASTELLANOS *et al.*, 2017).

Atualmente os tratamentos de sementes de soja podem ser realizados basicamente em duas modalidades, na própria fazenda (*On farm*) geralmente pouco antes da semeadura ou realizado na indústria de sementes, o chamado tratamento de sementes industrial (TSI). Devido ao crescente uso do tratamento industrial de sementes, por questões técnicas e logísticas, os tratamentos químicos de soja estão sendo realizados muitas vezes antecipadamente em relação a semeadura, ou seja, antes do armazenamento (BRZEZINSKI *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2018).

Apesar das vantagens, em algumas situações e para alguns produtos utilizados no tratamento de sementes pode ocorrer efeito fitotóxico de algumas moléculas às sementes e plântulas, que tende a ser mais problemáticos com o avanço do tempo de armazenamento das sementes (DAN *et al.*, 2010; PICCININ *et al.*, 2013; BRZEZINSKI *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*, 2016).

Os estudos para avaliação da relação tratamento e qualidade ao longo do armazenamento são relevantes principalmente para moléculas inseticidas, pois estas tendem a proporcionar maior fitotoxidez em relação aos fungicidas (ROCHA *et al.*, 2020).

Dentre outros fatores, as condições do ambiente de armazenamento afetam diretamente a conservação da qualidade das sementes de soja (VIEIRA *et al.*, 2013; CARVALHO *et al.*, 2014). Essas condições podem potencializar ou amenizar a deterioração da qualidade fisiológica de sementes tratadas (*Seed safety*), por isso estudos nessa linha contribuirão com o processo produtivo de sementes de soja.

Outro aspecto importante e que necessita de esclarecimentos é a relação armazenabilidade de sementes tratadas e os genótipos de soja. Diferentes armazenabilidades de genótipos de soja foram relatadas (CARVALHO *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2018), porém, informações nesse escopo ainda são necessárias, principalmente para sementes tratadas com diferentes moléculas.

Assim, informações sobre a relação tratamento de sementes com diferentes inseticidas, períodos e temperaturas no armazenamento com a qualidade fisiológica de cultivares são necessárias, visto a escassez de trabalhos recentes dentro do escopo atual do tratamento de sementes. Sendo assim, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar e monitorar os efeitos dos tratamentos químicos com inseticidas sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja ao longo do armazenamento, em função do período e condição do ambiente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma cultura que pertence à família Fabaceae, gênero *Glycine*, espécie (*Glycine max* (L) Merrill) originária da China, inicialmente domesticada nos planaltos do norte Chinês, em meados do século 11 d.C. e, posteriormente introduzida na região da Manchúria e Dali, tendo se espalhado pelo oriente (ALIYEV, 2010; CASTRO; KLUGE; PEPES, 2008).

No Brasil, só a partir da década de 1940 a cultura assumiu alguma importância econômica, quando no primeiro registro estatístico nacional no anuário agrícola do Rio Grande do Sul de 1941, constava área de 640 ha (EMBRAPA, 2003).

Todavia, a expansão da soja no Brasil começa nos anos 1970, com a ampliação da indústria nacional de óleo, aliado ao aumento da demanda internacional pelo grão que também foi outro fator que contribuiu para o início dos trabalhos comerciais e em grande escala da sojicultura (APROSOJA, 2020) sendo que, neste período, a área plantada com esta cultura era de 1,3 milhão de hectares, com uma produção de 1,5 milhão de toneladas e uma produtividade de 1.140 kg.ha<sup>-1</sup>.

De acordo com Aliyev e Mirzoyev (2010), devido à alta qualidade e composição dos seus grãos que se situa entre 35 a 55% de proteínas digestíveis, 17 a 27% de óleo, 30% de carboidratos, vitaminas e outros componentes, dependendo da cultivar e das condições de manejo, há no mundo grande interesse pela sua produção.

No que concerne a produção mundial, na safra de grãos 2019/20 a área plantada com soja foi de 122,57 milhões de hectares, com uma produção de 341,8 milhões de toneladas (ASA, 2020). Com relação às exportações, dados divulgados pela ASA (2020) apontam o Brasil como maior exportador de soja no mundo, responsável por 50,70% das exportações (77 milhões de toneladas) na safra de grãos 2019/2020, seguido dos Estados Unidos da América com 32,71% (49,7 milhões de toneladas) e Argentina com 5% (8,2 milhões de toneladas) (CONAB, 2019).

Para o cenário agrícola brasileiro, na mesma safra foram plantados 36,8 milhões de hectares desta cultura, tendo alcançado uma produção de 126 milhões de toneladas, um crescimento de 3 e 7,69% em termos de área plantada e de produção em relação à safra anterior, onde foram plantados 35,8 milhões de hectares, com uma produção de 117 milhões de toneladas (CONAB, 2020). A soja é a cultura que ocupa maior área no Brasil e apresenta o maior volume produzido.

A Embrapa é um dos importantes agentes do processo de evolução da sojicultura no Brasil, através da criação de cultivares adaptadas às condições climáticas das regiões produtoras, como o Centro-Oeste (APROSOJA, 2020). Ademais, a adoção do sistema de plantio direto também contribuiu para a inserção do grão de soja na agricultura das regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte, além do desenvolvimento de cultivares tolerantes a herbicidas, com a aprovação pelo Governo Federal em 1995 da Lei de Biossegurança, permitindo então o cultivo de plantas de soja transgênicas. Sendo muitas dessas tecnologias veiculadas por meio de sementes, portanto, sua qualidade é de extrema importância na implantação de uma lavoura.

## 2.2 Qualidade de sementes de soja

A utilização de sementes de soja com altos padrões de qualidade, compreendendo os atributos genético, fisiológico, fisiológico e sanitário, é de extrema relevância, por ser nas sementes onde estão contidas as inovações e avanços tecnológicos, o que agrega valor ao produto transferido ao agricultor, representando acentuados ganhos econômicos ao setor agrícola (BRASIL, 2011). Todavia, estes atributos da qualidade de sementes podem ser afetados por vários fatores, desde a fase de produção no campo, passando pela colheita, transporte, secagem e beneficiamento (SANTOS *et al.*, 2016; ROCHA *et al.*, 2017), além do tratamento de sementes (JUNIOR BRAUN, 2015; BRZEZINSKI *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2018) e das condições de armazenamento em que as sementes são submetidas (ARAÚJO, 2016).

A qualidade fisiológica de sementes é o reflexo de conjunto de características que determinam o seu potencial fisiológico, podendo ser avaliada por meio de dois parâmetros fundamentais, que são a viabilidade e o vigor, sendo a viabilidade medida pelo teste de germinação conduzido em condições favoráveis, já o vigor, detecta atributos mais sutis da qualidade fisiológica não revelados pelo teste de germinação (MARCOS-FILHO, 2005; ROCHA *et al.*, 2017).

A qualidade de sementes é fator determinante na produção de grãos e proporciona estandes uniformes, aumentando as chances de sucesso da cultura. A semente, o insumo básico para a agricultura, é responsável pela transferência de inovações tecnológicas e dos ganhos genéticos resultantes dos trabalhos de melhoramento (FRANÇA NETO *et al.*, 2014). As características relacionadas à qualidade fisiológica das sementes são herdadas geneticamente, sendo que, diferentes genótipos de uma mesma espécie podem apresentar variação quanto ao vigor, germinação e emergência de campo (MERTZ *et al.*, 2009).

A qualidade de sementes de soja afeta o estabelecimento inicial, o desenvolvimento da cultura e conseqüentemente a produtividade final, por isso constitui um dos principais fatores para elevada produtividade. Kolchinski, Schuch e Peske (2006) relataram que plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentaram maior área foliar e maior taxa de crescimento a partir dos 21 dias após emergência. Sementes de alto vigor apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, proporcionando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação e maior taxa de crescimento (MINUZZI *et al.*, 2010).

Scheeren *et al.* (2010) verificaram que as plantas provenientes de sementes de soja de elevado vigor apresentaram maior altura até 75 dias após a semeadura e que a produtividade por área dos lotes de alto vigor foram 9% superior aos de baixo vigor. Sementes com alto vigor favorecem o desenvolvimento da cultura da soja e conseqüentemente sua produtividade, com ganhos de até 28 kg por hectare a cada 1% de aumento de vigor (envelhecimento acelerado), dependendo do genótipo (BAGATELI *et al.*, 2019). Uma das formas de reduzir a velocidade de deterioração das sementes está no tratamento químico das sementes que visa reduzir o ataque de pragas e dos patógenos.

### **2.3 Tratamento de sementes**

Para manter a qualidade de sementes, o tratamento sanitário tem sido utilizado como ferramenta de proteção, por ser uma medida importante para controlar e/ou prevenir os danos por pragas e patógenos. O tratamento químico consiste na incorporação de produtos químicos, artificialmente desenvolvidos, às sementes. Essa prática tem sido cada vez mais adotada pelos agricultores de todo o mundo, devido as suas inúmeras vantagens como simplicidade na sua execução, praticável em ambiente controlado, distribuição uniforme de pequenas quantidades de produtos nas áreas de cultivo, reduzir a necessidade de aplicações complementares de produtos na cultura em desenvolvimento, baixo custo relativo e por propiciar incrementos significativos na produção final, sendo que, para Machado (2000) o desempenho no tratamento químico de sementes é influenciado por alguns fatores, dentre eles, o tipo de semente, condição física e fisiológica do lote a ser tratado, tamanho de sementes, formulação, ingrediente ativo (i.a), dosagem do produto e condições de armazenamento.

Neste sentido, houve no Brasil nos últimos 30 anos um crescimento na taxa de utilização de semente tratada, com ênfase nas principais culturas, passando de 5% da área total plantada com semente tratada na safra de grãos 1990/1991 para 90% nas culturas de soja, milho e algodão, mais de 70% para trigo e mais de 50% para arroz (PESKE; PLATZEN, 2019).

Todavia, em soja o custo relativo ao tratamento de sementes varia entre 23 a 30% do custo total da semente, sendo 16 a 22% com inseticidas e 7 a 8% para o tratamento com fungicidas (FERREIRA, 2016).

Atualmente os tratamentos de sementes de soja podem ser realizados em duas modalidades, na própria fazenda (*On farm*) geralmente pouco antes da semeadura ou realizado na indústria de sementes, o chamado tratamento de sementes industrial (TSI). Dentre os produtos que comumente são utilizados nos tratamentos estão os fungicidas, inseticidas, nematicidas, micronutrientes, inoculantes, reguladores de crescimento e polímeros (SANTOS *et al.*, 2018).

Devido ao crescente uso do tratamento industrial de sementes, por questões técnicas e logísticas, os tratamentos químicos de soja estão sendo realizados muitas vezes antes do armazenamento (BRZEZINSKI *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2018), semanas ou meses antes da semeadura. Existe a preocupação sobre os possíveis efeitos de ingredientes ativos na qualidade da semente durante o armazenamento e em campo (FERREIRA *et al.*, 2019). Além das moléculas envolvidas no tratamento de sementes, a composição e volume da calda também afetam o armazenamento seguro (*Seed safety*) de sementes tratadas (SANTOS *et al.*, 2018).

Dentre os produtos usados no TSI estão os fungicidas, inseticidas e nematicidas. Estes produtos fitossanitários aplicados no tratamento de sementes com finalidade de proteger as plântulas na fase inicial do crescimento (CASTELLANOS *et al.*, 2017) sendo que, além de proporcionar proteção às sementes, estes não devem ocasionar prejuízos à qualidade fisiológica dos lotes de sementes, seja imediatamente após o revestimento ou após o armazenamento.

Todavia, embora o tratamento de sementes com produtos fitossanitários seja considerado uma das práticas mais eficientes na utilização destes defensivos, resultados de pesquisas tem evidenciado que, em algumas situações, aplicação de produtos químicos nas sementes pode afetar a qualidade fisiológica, devido a possível sensibilidade ao tratamento. Os estudos para avaliação da relação tratamento e qualidade ao longo do armazenamento são relevantes principalmente para moléculas inseticidas, pois estas tendem a proporcionar maior sensibilidade em relação à fungicidas (ROCHA *et al.*, 2020).

Nesse escopo, surge a cada ano novos princípios ativos para o tratamento de sementes de soja, havendo necessidade de estudos sobre a atuação destes na fisiologia da planta para o melhor aproveitamento do seu potencial produtivo, bem como estudos sobre a sua influência na qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes (SCHONS *et al.*, 2017).

Dentre outros fatores, as condições do ambiente de armazenamento afetam diretamente a conservação da qualidade das sementes de soja (VIEIRA *et al.*, 2013; CARVALHO *et al.*, 2014). Essas condições podem potencializar ou amenizar a deterioração da qualidade fisiológica de sementes tratadas (*seed safety*), por isso estudos nessa linha são importantes ao processo produtivo de sementes de soja.

#### **2.4 Armazenamento de sementes de soja**

Apesar dos avanços tecnológicos no panorama agrícola, ainda ocorrem muitas perdas qualitativas e quantitativas durante o processo de pós-colheita e armazenamento de sementes, por estas estarem constantemente sujeitas a fatores externos como temperatura, umidade relativa, entre outros (SCHONS *et al.*, 2018). Conhecer o comportamento das sementes durante este processo, em função de vários fatores torna-se essencial para auxiliar a tomada de decisão na gestão de produção de sementes.

Em geral, há a necessidade do armazenamento de sementes até o momento da sua utilização, podendo o período de armazenamento variar e em algumas situações, as sementes ficarem armazenadas por períodos mais longos. Todavia, as sementes de soja, devido suas características bioquímicas são sensíveis à ação de fatores do ambiente, acelerando o seu metabolismo e o processo de deterioração. A armazenagem não melhora a qualidade fisiológica da semente, porém, se realizada de forma correta, reduz a velocidade de deterioração (FORTI *et al.*, 2010).

Araújo (2016) salienta que, devido ao fato da maioria das espécies cultivadas serem ortodoxas, um alto teor de água nas sementes, aliado a elevada umidade relativa do ambiente e temperatura de armazenamento, resulta em geral, numa rápida perda da viabilidade, culminando com a redução da porcentagem de emergência no campo e do potencial de armazenamento.

Segundo Rocha *et al.* (2017) durante a estocagem que acontece entre a colheita e a industrialização, as sementes podem sofrer alterações na sua composição química e, quanto maior o período de estocagem sob condições não favoráveis, maior será a sua deterioração, um processo inevitável caracterizado por uma sequência de eventos que se inicia com a desorganização de membranas, perda da sua permeabilidade seletiva, culminando com a redução do poder germinativo, queda do potencial de armazenamento, decréscimo da velocidade de germinação e da porcentagem de emergência de plântulas, mas dependendo das condições de armazenamento e das características fisiológicas da semente, o processo de deterioração pode ser retardado.

Durante o armazenamento, além da temperatura, umidade relativa do ar do armazém e o grau de umidade nas sementes, a manutenção da qualidade das sementes também é influenciada pelo genótipo (CARVALHO *et al.*, 2014) e de acordo com Smaniotto *et al.* (2014) estes fatores são determinantes no processo de perda de viabilidade de sementes durante a armazenagem e alterações na qualidade do produto, devido ao incremento na taxa respiratória proporcional ao aumento da temperatura e da umidade das sementes.

Em algumas regiões do Brasil, em geral, as condições ambientais são adversas para o armazenamento de sementes, em razão de altas temperaturas que podem ou não estar associadas com elevada umidade relativa do ar (CARVALHO *et al.*, 2014). Por isso as condições da entressafra brasileira são um desafio para o armazenamento seguro de sementes.

O armazenamento de sementes em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar permite conservá-las por longos períodos (BAUDET, 2003). Forti *et al.* (2010) verificaram evoluções maiores dos danos por umidade e, conseqüentemente, diminuição mais acentuada do potencial fisiológico em sementes de soja armazenadas em ambientes não controlados. Vieira *et al.* (2013) concluíram que o armazenamento a 25°C por 12 meses reduziu o potencial fisiológico de sementes de soja, e que a qualidade fisiológica foi mantida a 10°C e 45 a 50% UR do ar, reiterando a importância das condições ambientais na conservação das sementes.

Além dos fatores ambientais, o genótipo também é importante, Tonin *et al.* (2014) relataram em seus estudos que a velocidade de deterioração das sementes é influenciada por fatores genéticos, formas de manipulação e condições de armazenamento. A relação entre a armazenabilidade de sementes tratadas e os genótipos de soja carece de esclarecimentos, sendo que, Carvalho *et al.* (2014) e Santos *et al.* (2018) relataram diferentes armazenabilidades de genótipos de soja, sobretudo quando tratadas com produtos químicos.

Por isso, as condições de armazenamento de sementes, sobretudo aquelas tratadas com produtos fitossanitários, é de extrema importância frente ao valor das sementes juntamente com o custo do tratamento. Aliado aos efeitos sobre o armazenamento seguro para a qualidade fisiológica (*seed safety*) com cada tipo de molécula química.

Essa interação condição de armazenamento e *seed safety* ainda necessita ser explorada devido aos diversos fatores e possibilidades envolvidas na realidade de produção de sementes de soja. Como o trabalho de Mavaieie *et al.* (2019), em que o armazenamento em condições não controladas de temperatura e umidade encurtaram o período de armazenamento seguro para qualidade fisiológica de sementes tratadas com inseticida (Imidacloprido + Tiodicarbe) e fungicida (Carboxin + Thiram) em relação às condições controladas (10 °C e 50% UR).

Atualmente existe preocupação com a seleção de genótipos de soja cujas sementes tenham maior potencial de armazenamento mesmo sob diferentes temperaturas e principalmente quando tratadas com produtos fitossanitários, devido ao cenário atual da produção e comercialização de sementes de soja. Assim, permitir e favorecer que a qualidade fisiológica se mantenha até o momento da semeadura, mesmo em diferentes condições de produção e armazenamento. No entanto, estudos que relacionem níveis de tolerância ao armazenamento de sementes tratadas entre cultivares de soja e suas causas ainda são insuficientes.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Descrição do local**

O experimento foi conduzido no Laboratório Central de Análise de Sementes, Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras-UFLA, localizado em Lavras no estado de Minas Gerais, Brasil.

#### **3.2 Cultivares utilizadas**

Foram utilizadas sementes de soja de duas cultivares, sendo a M5971IPRO e M6410IPRO, fornecidas pela empresa Valiosa Sementes, produzidas na safra agrícola 2018/19, classificadas em mesma peneira/tamanho, que passaram pela peneira 7,5 mm e ficaram retidas na 6,5 mm, crivo circular. As sementes foram pesadas e separadas em porções de 2,3 kg e em seguida submetidas ao tratamento com inseticidas.

#### **3.3 Produtos para o tratamento de sementes**

Os ingredientes ativos e produtos utilizados no tratamento de sementes foram os seguintes: Abamectina - produto comercial Avicta 500 FS® (Abamectina 500,0 g/L; 50,0% m/v): é um nematicida e inseticida de contato e ingestão que pertence ao grupo das Avermectinas, suspensão concentrada para o tratamento de sementes (FS), Classe toxicológica I (extremamente tóxico) e, com periculosidade ambiental: Classe II (muito perigosa ao meio ambiente), podendo ser utilizado para o tratamento de sementes de soja e no controle de pragas como nematoides-das galhas (*Meloidogyne incógnita*), nematoide das lesões (*Pratylenchus brachyurus*) e lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*) (SYNGENTA, 2019).

*Tiametoxam* – produto comercial Cruiser 350 FS® (Tiametoxan 350 g/L; 35% m/v): é um inseticida sistêmico do grupo dos neonicotinoídeos, suspensão concentrada para o revestimento de sementes (FS), Classe toxicológica III (medianamente tóxico e perigoso ao meio ambiente). Quando aplicado sobre a semente, se distribui rapidamente/absorvido pelos tecidos da plântula após a germinação, conferindo proteção prolongada contra o ataque de pragas sendo indicado para o controle de pragas como Broca-do-colmo, Lagarta elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), Cupim-de-montículo, Cupim-de-monte (*Procornitermes triacifer*), Vaquinha verde amarela (*Diabrotica speciosa*), Coró, bicho-bolo, pão-de-galinha (*Lyogenis*

*fuscus*), mosca branca (*Bemisia tabaci* raça B), tamanduá-da-soja, Bicudo-da-soja (*Sternechus subsignatus*), torrãozinho (*Arancanthus mourei*) (SYNGENTA, 2017).

*Ciantraniliprole* - produto comercial Fortenza 600FS® (Ciantraniliprole 600 g/L; 60% m/v) é um inseticida sistêmico, de contato e ingestão, do grupo das antranilamida, indicado para o tratamento de sementes de soja e no controle de pragas como helicoverpa (*Helicoverpa armigera*), Lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*), lagarta elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), Coró (*Lyogenis fuscus*), Tamanduá-da-soja (*Sternechus subsignatus*), Vaquinha-verde-amarela (*Diabrotica speciosa*), Lagarta-falsa-medeira (*Pseudoplusia includens*), Lagarta-das-folhas (*Spodoptera eridanea*), mosca branca (*Bemisia tabaci* raça B), lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) (SYNGENTA, 2018).

*Polímero* (produto comercial Incotec disco AG RED L-232) são produtos utilizados para o revestimento de sementes (*film coating*) por proporcionar uma melhor distribuição e recobrimento das sementes, poder de adesão, melhorando a fixação do ingrediente ativo dos inseticidas, fungicidas e nematicidas usados no revestimento, além da redução da formação de pó, minimizando o risco de intoxicação ao operador e ao ambiente (BIOGENE, 2020).

O tratamento foi realizado com a utilização de máquina Momesso Arktos de Laboratório com capacidade de 5K, para simulação de tratamento industrial em bateladas, por 40 segundos divididos em 2 fases a uma velocidade de 15 hertz. Além dos produtos fitossanitários, nas caldas de tratamento foram adicionados polímero e água. Foram utilizados 2 controles, 1 somente com polímero e água e outro absoluto, sem aplicação. Para os inseticidas as dosagens utilizadas foram as mais altas possíveis dentre as indicadas na bula de cada produto. As constituições das caldas de tratamento estão apresentadas na Tabela 1, sendo o volume máximo de calda padrão de 1000 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes.

Tabela 1 - Produtos comerciais e doses utilizados para o tratamento de sementes de soja.

<b>Ingrediente ativo</b>	<b>Produto comercial</b>	<b>Tipo<sup>1</sup></b>	<b>Dose do produto comercial<sup>2</sup></b>	<b>Polímero<sup>2</sup></b>	<b>Volume de água<sup>2</sup></b>	<b>Total da calda<sup>2</sup></b>
Abamectina	Avicta 500 FS	IN	125	437,5	437,5	1000
Tiametoxam	Cruiser 350 FS	I	300	350	350	1000
Ciantraniliprole	Fortenza 600 FS	I	200	400	400	1000
—	Controle 1 (Polímero + Água)	—	0	500	500	1000
—	Controle 2 (sem aplicação)	—	0	0	0	0

<sup>1</sup> Tipo: I: inseticida; N: nematicida

<sup>2</sup> Dose: mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes

Fonte: Do autor (2020).

Após o tratamento, as sementes foram deixadas a sombra, a uma temperatura aproximada de 20 °C, por 10 minutos para secagem das sementes. Em seguida, as sementes foram homogeneizadas, divididas e acondicionadas em sacos de papel multifoliado em quantidade suficiente para os tratamentos nas diferentes temperaturas e épocas de avaliação subsequentes.

Após o envase as sementes foram armazenadas em BOD's com temperaturas constantes de 10; 20 e 30 °C, sem controle de umidade relativa. O armazenamento iniciou no mês de maio, final do outono, em Lavras, MG, Brasil. A cidade está localizada na região Sul de Minas Gerais, latitude 21° 14' S, longitude 45° 00' W Gr. e 918 m de altitude. O clima de Lavras, pela classificação climática de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso, subtropical (BRASIL, 1992, DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

As avaliações da qualidade fisiológica ao longo do armazenamento foram realizadas após os períodos de 0 dia (logo nos primeiros dias após o tratamento, tempo suficiente para realização dos testes), 50, 100 e 200 dias após o tratamento.

### **3.4 Análises físicas e fisiológicas**

#### **3.4.1 Grau de Umidade (GU)**

O grau de umidade das sementes foi avaliado logo após o tratamento, e ao longo do período de armazenamento pelo método de estufa a 105 °C durante 24 horas, em 4 repetições, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

#### **3.4.2 Primeira contagem de germinação (PCG)**

As sementes foram distribuídas sobre papel, umedecido com volume de água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel seco. Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes, acondicionadas em germinador, tipo Mangelsdorf, à temperatura de 25 °C. A avaliação foi realizada aos 5 dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

### **3.4.3 Germinação (G)**

O teste foi conduzido conjuntamente ao de primeira contagem de germinação, com avaliação aos 8 dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

### **3.4.4 Emergência de plântulas em condições controladas (EP)**

O substrato utilizado foi composto pela mistura de areia + solo (na proporção 2:1) colocado em bandejas plásticas e umedecido a 60% da capacidade de retenção. Para a semeadura foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes, cobertas com uma camada de 2,5 cm do substrato. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em casa de vegetação à temperatura de 25 °C, com irrigação constante. A contagem de emergência de plântulas normais (cotilédone totalmente fora do substrato) foi realizada aos oito dias.

### **3.4.5 Envelhecimento acelerado em substrato papel (EAP)**

O método utilizado foi o de caixa plástica tipo gerbox adaptada, acrílico transparente (11x11x3,5 cm), contendo 40 mL de água e uma camada única de sementes cobrindo toda a tela suspensa. Posteriormente, essas caixas foram colocadas em câmara tipo BOD a 42 °C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes colocadas para germinar conforme metodologia descrita para o teste de germinação (BRASIL, 2009) e, a avaliação foi realizada cinco dias após a semeadura, com os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

### **3.4.6 Envelhecimento acelerado em substrato de solo e areia (EAS)**

Para o envelhecimento foi utilizada caixa plástica tipo gerbox adaptada, acrílico transparente (11x11x3,5 cm), contendo 40 mL de água e uma camada única de sementes cobrindo toda a tela suspensa. As caixas foram colocadas em câmara tipo BOD a 42 °C por 42 horas. Em seguida as sementes foram submetidas ao teste de emergência em substrato areia + solo na proporção 2:1, com 4 repetições de 50 sementes. Após a semeadura, o substrato foi irrigado até 60% da capacidade de campo, as bandejas foram mantidas em câmara de

crescimento vegetal à temperatura de 25 °C, em regime alternado de luz e escuro (12 horas), sem irrigação suplementar. As avaliações de emergência das plântulas foram efetuadas aos 8 dias após a sementeira. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas.

### **3.5 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5x3x4, sendo cinco tratamentos de sementes conforme Tabela 1, três temperaturas ao longo do armazenamento (10; 20 e 30 °C) e quatro períodos de armazenamento (0; 50; 100 e 200 dias), em quatro repetições. As cultivares foram analisadas separadamente.

As análises estatísticas foram realizadas por meio da análise de variância com auxílio do software Sisvar® (FERREIRA, 2014), a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p < 0,05$ ), com o uso do teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, e ou análise de regressão polinomial, com a escolha de modelos matemáticos significativos a 5%, com maior coeficiente de determinação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio dos resultados obtidos da análise de variância (TABELA 1a, ANEXO) observou-se que houve nas duas cultivares diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em todas as variáveis estudadas. Os parâmetros fisiológicos estudados sofreram efeitos do tratamento de sementes com inseticidas, em função da temperatura e tempo de armazenamento.

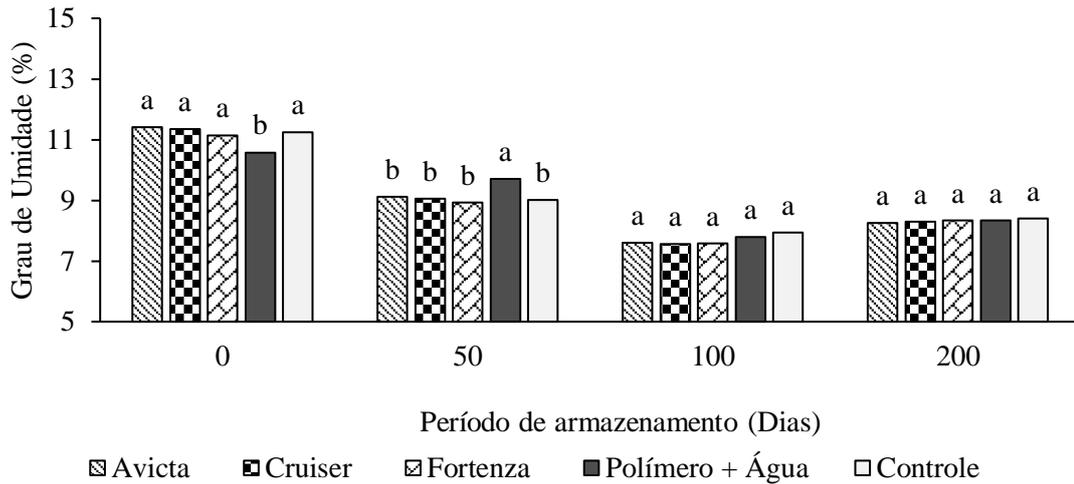
Para a cultivar M5917 IPRO, os coeficientes de variação oscilaram entre 4 e 6%, para sementes de M6410IPRO entre 2 e 4%.

### 4.1 Grau de Umidade (GU)

Logo após o tratamento de sementes da cultivar M5917IPRO, as sementes apresentavam umidades próximas a 11,5%, exceto para o tratamento com Polímero + água cujo valor foi inferior a 11%, Figura 1. Nas demais épocas ao longo do armazenamento, somente uma diferença pontual aos 50 dias, com Polímero + água, com aproximadamente 1% a mais no teor de água. A variação da umidade apesar de ser de apenas 0,5% ocorreu nos períodos iniciais do armazenamento, até 50 dias, o tratamento que recebeu apenas água e polímero oscilou em relação aos demais. Após esse período os valores se equipararam, relacionado ao fato de as sementes terem entrado em equilíbrio higroscópico com o ambiente.

A partir de 100 dias de armazenamento não foram observadas variações na umidade das sementes submetidas ou não aos tratamentos, Figura 1, fato esse importante para as inferências sobre a qualidade fisiológica.

Figura 1 - Grau de umidade médio das sementes da cultivar de soja M5971IPRO em função do tratamento de sementes com inseticidas e controle, no período de armazenamento.



\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade em cada período de armazenamento.

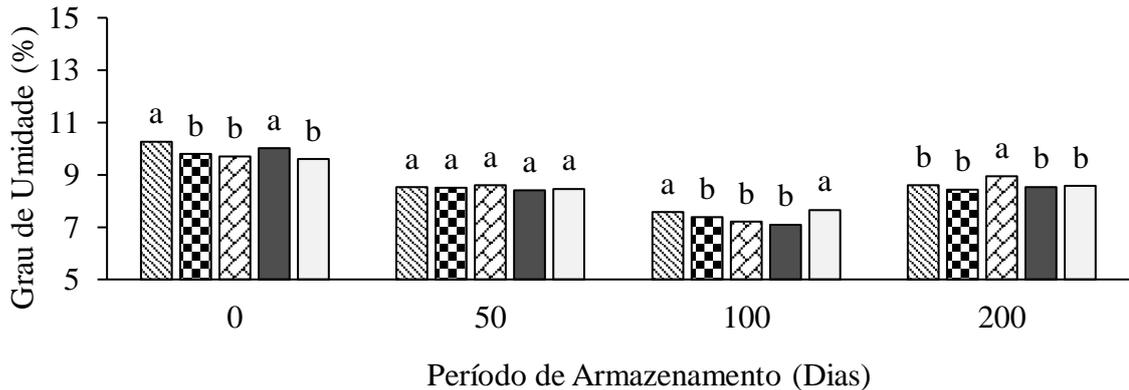
Fonte: Do autor (2020).

Para sementes da cultivar M6410IPRO (FIGURA 2), logo após o tratamento, as sementes tratadas com Avicta® e Polímero + água apresentaram grau de umidade em torno de 10,5%, superior aos demais, cujos valores foram próximo a 10%.

Na avaliação aos 50 dias, não houve diferença no teor de água entre os tratamentos. Com pontuais variações aos 100 e 200 dias, em que as sementes que não receberam nenhum tipo de tratamento (controle) e aquelas tratadas com Fortenza® apresentaram valores superiores, respectivamente em cada época de avaliação (FIGURA 2). Salienta-se que os valores foram próximos entre os tratamentos, porém com algumas diferenças estatísticas significativas favorecidas pelos coeficientes de variação baixos, aproximadamente 4% em ambas as cultivares (TABELA 1a, anexo).

Nas câmaras de armazenamento, a umidade relativa não foi controlada, assim as variações de teor de água nas sementes ao longo do armazenamento estão relacionadas à umidade relativa do ar nas diferentes estações do ano em Lavras-MG, devido ao equilíbrio higroscópico pois a embalagem era permeável.

Figura 2 - Grau de umidade médio em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função do tratamento de sementes com inseticidas e controle, no período de armazenamento.



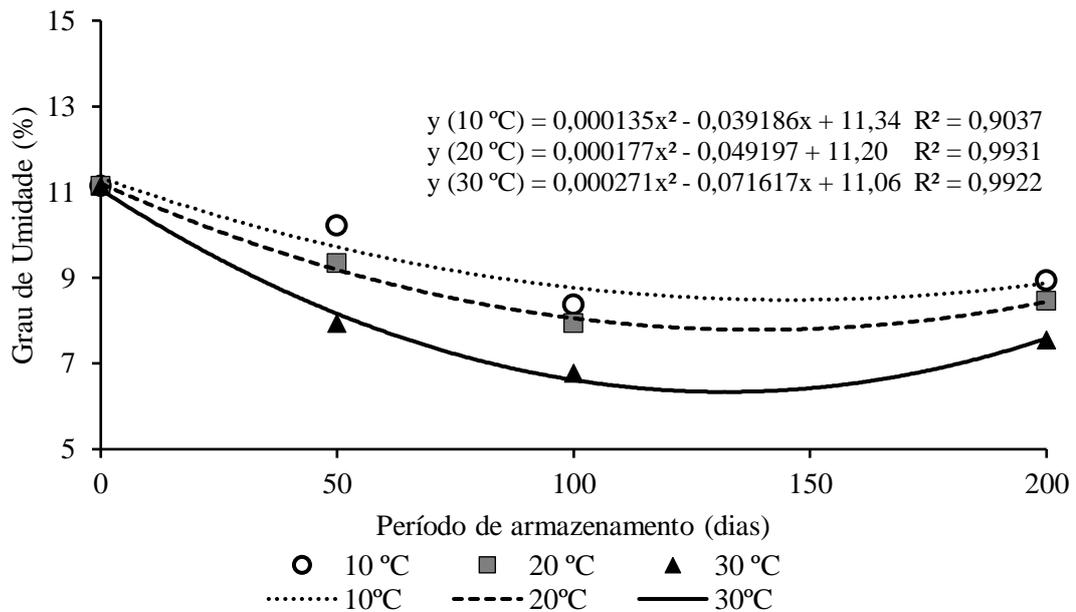
▨ Avicta 500 FS ▣ Cruiser 350 FS ▩ Fortenza 600 FS ■ Polímero + Água □ Controle

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade em cada período de armazenamento.

Fonte: Do autor (2020).

Com relação ao efeito da temperatura ao longo do tempo de armazenamento (FIGURA 3) observa-se na avaliação realizada no início do armazenamento, para sementes da cultivar M5917IPRO que não houve diferenças significativas no grau de umidade das mesmas, o que permite inferir que logo após o tratamento de sementes a temperatura não teve influência sobre esta variável, pois o período que as sementes permaneceram acondicionadas no período zero foi curto, apenas 7 dias. Com o avanço do armazenamento, as tendências de variações de umidade foram semelhantes, com diminuição até aproximadamente 150 dias e posterior aumento aos 200 dias.

Figura 3 - Porcentagem média de grau de umidade em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.



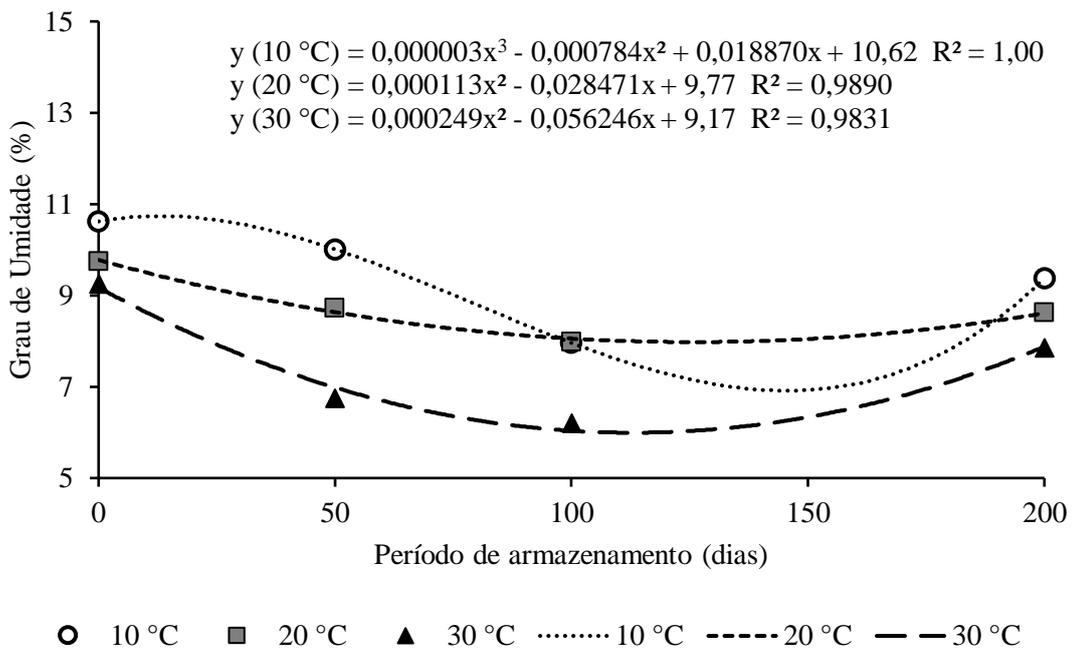
Fonte: Do autor (2020).

Na cultivar M6410IPRO (FIGURA 4), as tendências para 20 °C e 30 °C foram semelhantes ao observado para sementes da cultivar M5917IPRO (FIGURA 3). Para o armazenamento a 10 °C, os valores de teores de água nas sementes foram mais elevados até 50 dias de armazenamento, com posterior queda até 150 dias, com tendência de aumento no período final de armazenamento (FIGURA 4). Deve ser salientado que o grau de umidade das sementes foi mais baixa na temperatura de 30 °C em função de ter umidade relativa mais baixa.

As tendências dos teores de água das sementes verificadas nas duas cultivares (M5917IPRO e M6410IPRO) está relacionada ao fato que nas câmaras usadas para o armazenamento (BOD's) não foi utilizado o controle de umidade, assim estando diretamente relacionadas a umidade relativa do ambiente. A cidade em que foi realizado o armazenamento, Lavras, apresenta classificação climática de Köppen, Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso, subtropical (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

O armazenamento das sementes iniciou no mês de maio, final do outono, a diminuição do teor de água está relacionada ao inverno seco e o aumento do teor de água das sementes no final do período de armazenamento ao início das estações chuvosas, primavera e verão, ou seja maior umidade relativa do ambiente, sobretudo aos 200 dias de armazenamento, verão.

Figura 4 - Porcentagem média de grau de umidade em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.



Fonte: Do autor (2020).

A temperatura ambiente influenciou a perda de umidade das sementes das duas cultivares ao longo do armazenamento. Com menores teores de água nas sementes em ambiente com temperaturas mais elevadas (FIGURAS 3 e 4). Isto pode ser justificado pela elevação da capacidade de retenção de água do ar ambiente à medida que se aumenta a temperatura, ou seja, baixando a umidade relativa do ar, consequentemente otimizando a perda de água das sementes para o ambiente, menor teor de água no equilíbrio higroscópico (MARCOS-FILHO, 2015). A temperatura, bem como a interação da temperatura e umidade relativa influenciam o grau de deterioração das sementes (ROCHA *et al.*, 2017).

#### 4.2 Primeira contagem de germinação (PCG)

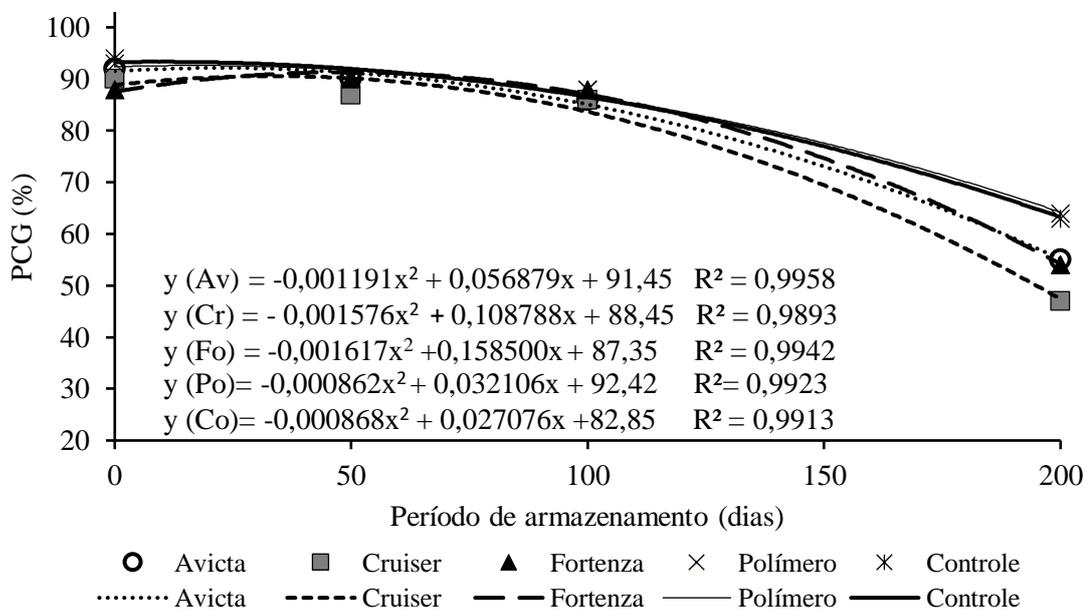
Utilizando-se de um dos parâmetros para determinação de vigor, primeira contagem de germinação, observou-se para a cultivar M5917IPRO que no início do período de armazenamento (zero dia), todos os tratamentos apresentavam vigor acima de 85% (FIGURA 5). As tendências ao longo do armazenamento foram semelhantes, com diminuição acentuada do vigor após 100 dias de armazenamento, principalmente para as sementes tratadas com os inseticidas.

Observa-se que, após os 100 dias, independente da temperatura de armazenamento, houve depreciação significativa no vigor das sementes tratadas com os produtos inseticidas/nematicidas para cultivar M5917IPRO. Ao final do armazenamento aos 200 dias observa-se que as sementes tratadas com inseticidas apresentaram menor vigor em relação ao controle e Polímero + água, indicando que esse período de armazenamento das sementes tratadas não é adequado (FIGURAS 5 e 6). Salienta-se que essa cultivar apresentou uma queda de vigor acentuada ao final dos 200 dias de armazenamento, com valores próximos a 50% para sementes tratadas. As sementes dessa cultivar já apresentava vigor médio desde o início, o que faz com que não tolere o armazenamento pós tratamento por longos períodos.

Os resultados da presente pesquisa corroboram com os de Rocha *et al.* (2020) que observaram que o tratamento de sementes com inseticidas afetou a germinação e avaliação das plântulas, com maior sensibilidade ao tratamento em relação à fungicidas.

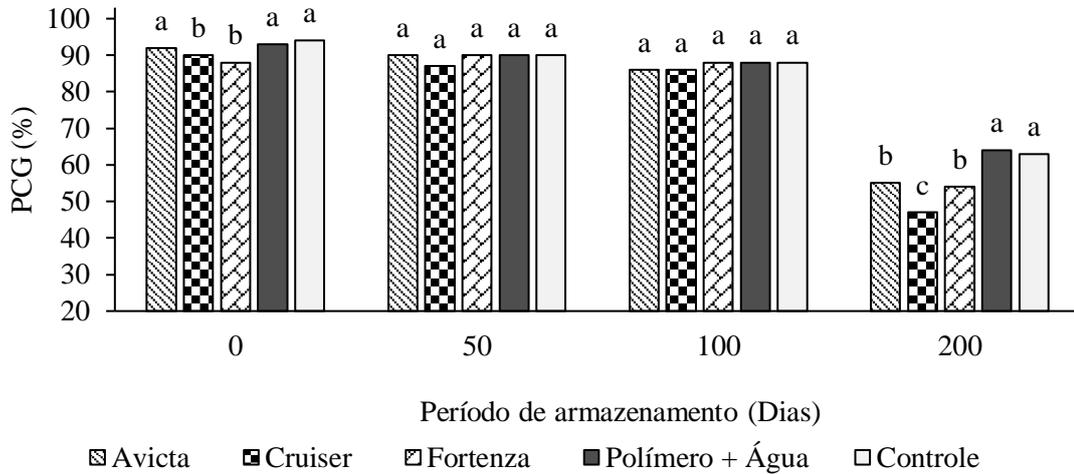
Avaliando a influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com Cruiser®. Lemes *et al.* (2019) observaram na primeira contagem de germinação, com armazenamento de 180 dias, decréscimos significativos no vigor em relação às sementes sem tratamento. Neste contexto, trabalhando com sementes de soja tratadas com Cruiser®, Puccinin *et al.* (2013) não observaram em seus experimentos diferenças no percentual de plântulas normais no teste de germinação, logo após o tratamento das sementes.

Figura 5 - Porcentagem média de primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do tratamento de sementes com inseticidas e controle, no período de armazenamento.



Fonte: Do autor (2020).

Figura 6 - Porcentagem média de primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do tratamento de sementes com inseticidas e controle, no período de armazenamento.



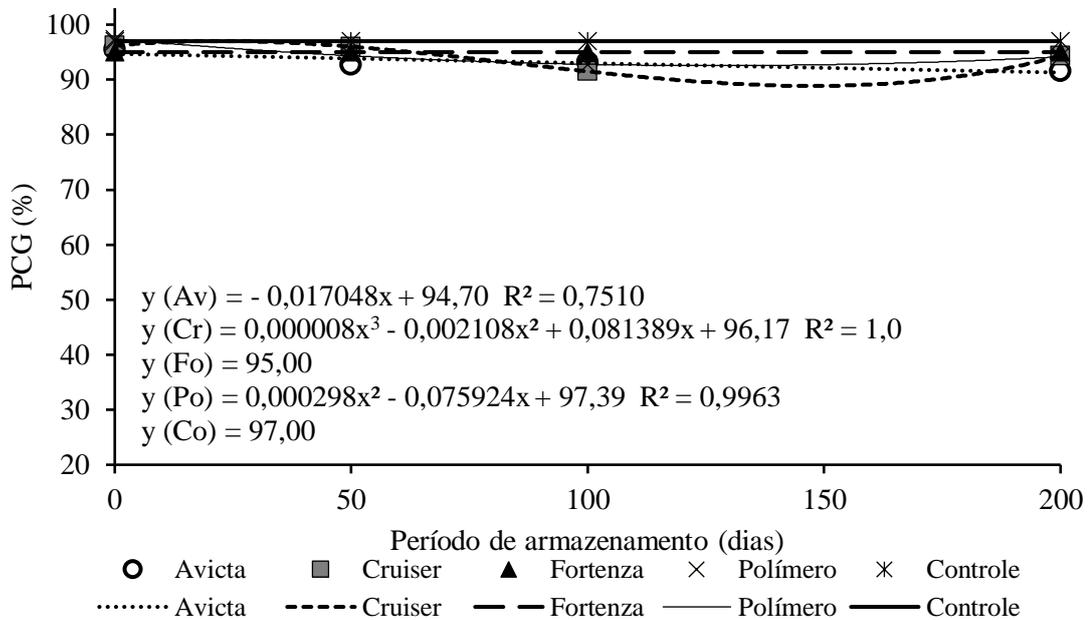
\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade em cada período de armazenamento.

Fonte: Do autor (2020).

Para a cultivar M6410IPRO (FIGURA 7), as tendências das porcentagens em primeira contagem de germinação foram distintas em relação ao observado para sementes da cultivar M5917. As sementes de M6410 apresentaram elevado vigor desde o início do armazenamento, até o final do período de armazenamento, 200 dias, com tendências próximas entre os tratamentos ao longo do armazenamento. Mesmo após o tratamento com inseticidas no início do armazenamento as sementes estavam com elevado vigor, com valores acima de 95%, com pequenas oscilações observadas ao longo do armazenamento, mas todos os tratamentos com inseticidas e Polímero + água e controle (sem aplicação) mantiveram o alto vigor das sementes, acima de 90%, mesmo após 200 dias de armazenamento (FIGURA 8). Ao contrário do observado para sementes do lote de médio vigor da cultivar M5917IPRO. O que reitera a importância do alto vigor inicial do lote a ser submetido ao tratamento e armazenamento.

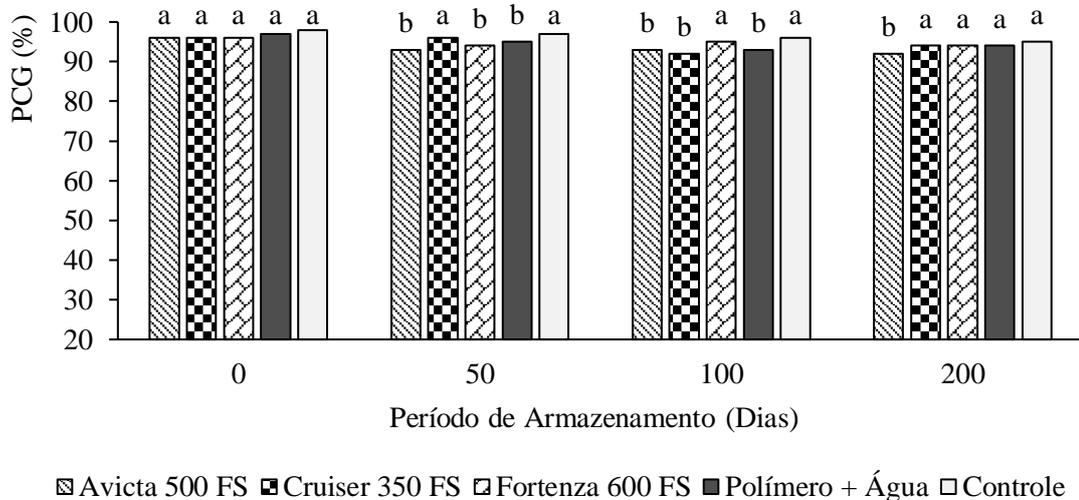
Entretanto, Camilo *et al.* (2017) constataram em seus experimentos aumento no vigor de sementes de soja tratadas com Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato metílico aos 30 dias de armazenamento em relação ao controle.

Figura 7 - Porcentagem média de primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, ao longo do armazenamento.



Fonte: Do autor (2020).

Figura 8 - Porcentagem média de primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, ao longo do armazenamento.



\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade em cada período de armazenamento.

Fonte: Do autor (2020).

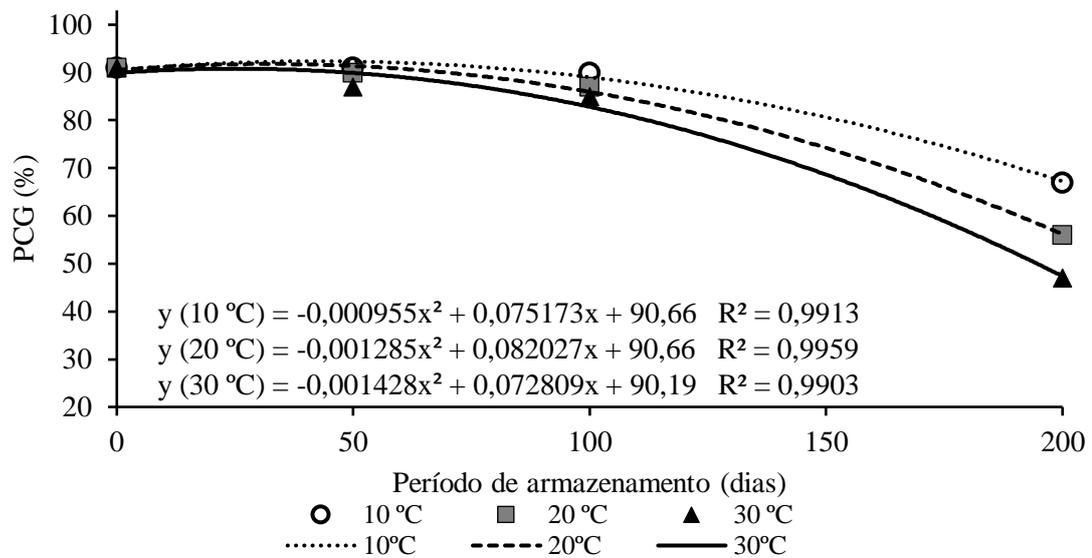
Em relação a temperatura, esta afetou o vigor das sementes da cultivar M591IPRO ao longo do armazenamento Figura 9, independente do tratamento de sementes. Até 50 dias as tendências em função da temperatura se mantiveram próximas, com início da diferenciação a partir de 50 dias, com maiores diferenças com o avanço do armazenamento, principalmente ao final dos 200 dias de armazenamento, com patamar mais elevado de vigor para sementes armazenadas a 10 °C, seguido de 20 °C e 30 °C, respectivamente.

Aos 50 dias de armazenamento, a temperatura de 30 °C já proporcionou menor vigor em relação as demais temperaturas (FIGURAS 9 e 10). Aos 100 dias, 20 °C e 30 °C ocasionaram uma deterioração mais elevada em relação à 10 °C, fato que se repetiu aos 200 dias com diferenciação entre as 3 temperaturas. Resultados que reforçam a importância do controle adequado da temperatura de armazenamento para retardamento da deterioração.

Estes resultados corroboram com os observados por Mendonça (2016) que, ao avaliar o efeito do armazenamento de soja em diferentes ambientes observou que sementes mantidas em ambiente controlado sofreram menor decréscimo da primeira contagem de germinação, em relação as sementes armazenadas em ambiente não controlado que apresentaram até aos 180 dias de armazenamento um resultado 39% menor.

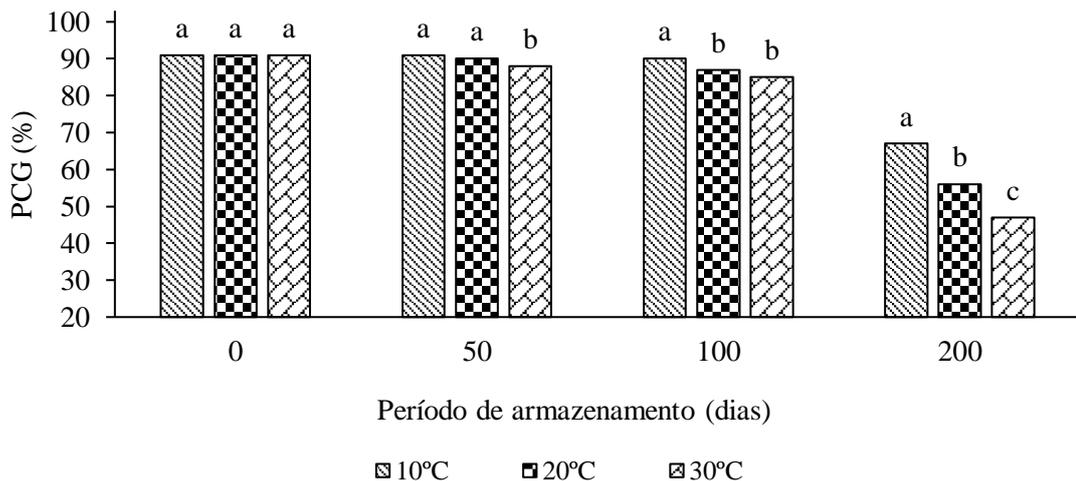
A temperatura é um dos fatores determinantes no processo de perda de viabilidade de sementes durante a armazenagem e alterações na qualidade das mesmas, aliado ao incremento na taxa respiratória proporcional ao aumento deste fator. Pelos resultados encontrados no presente estudo, verifica-se a influência deste fator sobre a qualidade de sementes ao longo de armazenamento. Para Vieira *et al.* (2013) e Carvalho *et al.* (2014) as condições do ambiente de armazenamento afetam diretamente a conservação da qualidade das sementes de soja, podendo estas condições potencializar ou amenizar a deterioração da qualidade fisiológica de sementes tratadas (*Seed safety*), por isso estudos nessa linha contribuirão com o processo produtivo de sementes de soja.

Figura 9 - Porcentagem média da primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.



Fonte: Do autor (2020).

Figura 10 - Porcentagem média da primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.



\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade em cada período de armazenamento.

Fonte: Do autor (2020).

Para sementes da cultivar M6410IPRO, a interação produto x temperatura foi significativa (TABELA 1a, anexo). O vigor das sementes armazenadas a 10 °C não diferiu entre os diferentes tratamentos (TABELA 2). Já a 20 °C, sementes tratadas com Avicta® e Polímero + água apresentaram menor porcentagem de plântulas normais em primeira contagem. Com o armazenamento na temperatura mais alta 30 °C, todas as sementes que foram submetidas a

algum tipo de tratamento inseticida ou com Polímero + água estavam com vigor inferior em relação ao controle. Demonstrando a importância das condições de armazenamento, sobretudo temperatura, para manutenção do vigor de sementes tratadas.

Tabela 2 - Porcentagem média de primeira contagem de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas.

Produtos	Temperaturas		
	10 °C	20 °C	30 °C
Avicta 500 FS	97 Aa	94 Bb	89 Cc
Cruiser 350 FS	97 Aa	96 Aa	91 Bb
Fortenza 600 FS	97 Aa	96 Aa	91 Bb
Polímero + Água	98 Aa	96 Ba	91 Cb
Controle	98 Aa	97 Aa	95 Ba

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Fonte: Do autor (2020).

### 4.3 Germinação (G)

Observa-se na cultivar M5971IPRO que, logo após o tratamento até aos 100 dias de armazenamento, todos tratamentos mantiveram em todas temperaturas de armazenamento, valores semelhantes, não sendo observadas diferenças significativas no percentual de germinação das sementes. Até 100 dias, todos os valores de germinação, independente do tratamento ou temperatura, estavam acima de 80%, valor mínimo para a comercialização de sementes de soja (MAPA, 2013). O que permite inferir a ausência de efeitos negativos na germinação das sementes até 100 dias de armazenamento causados pelos tratamentos com inseticidas (TABELA 3).

Porém, com o avanço do armazenamento, após 100 dias, foi notório o efeito negativo dos inseticidas sobre a germinação das sementes quando armazenadas em condições de 30 °C. Aos 200 dias de armazenamento nessas mesmas condições as sementes tratadas com Cruiser® apresentaram menor valor, seguida de Avicta® e Fortenza®, que não diferiram entre si, porém foram inferiores ao controle e Polímero + água. Mesmo após 200 dias de armazenamento, quando em condições mais favoráveis ao armazenamento, 10 °C e 20 °C, não houve diferença entre sementes tratadas e os controles (TABELA 3). Demonstrando a importância do correto armazenamento de sementes, sobretudo quando tratadas com inseticidas, para evitar deterioração acentuada e possível sensibilidade ao tratamento.

Para Aguiar *et al.* (2012) e Rocha *et al.* (2017), a baixa temperatura diminui o metabolismo (respiração), com isso ocorre a manutenção das reservas das sementes por mais tempo. E, essas reservas podem ser utilizadas quando necessário, especialmente durante a o processo de germinação.

Tabela 3 - Porcentagem média de germinação em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas.

Armazenamento (dias)	Produtos	Temperaturas		
		10 °C	20 °C	30 °C
0	Avicta 500 FS	92Aa	92Aa	92Aa
	Cruiser 350 FS	90Aa	90Aa	90Aa
	Fortenza 600 FS	87Aa	92Aa	88Aa
	Polímero + Água	93Aa	93Aa	93Aa
	Controle	94Aa	94Aa	94Aa
50	Avicta 500 FS	93Aa	90Aa	88Aa
	Cruiser 350 FS	89Aa	88Aa	87Aa
	Fortenza 600 FS	90Aa	92Aa	85Ba
	Polímero + Água	92Aa	91Aa	89Aa
	Controle	82Aa	91Aa	89Aa
100	Avicta 500 FS	90Aa	86Aa	84Aa
	Cruiser 350 FS	88Aa	85Aa	84Aa
	Fortenza 600 FS	90Aa	89Aa	87Aa
	Polímero + Água	92Aa	88Aa	86Aa
	Controle	90Aa	89Aa	87Aa
200	Avicta 500 FS	86Aa	78Ba	72Cb
	Cruiser 350 FS	84Aa	78Ba	50Cc
	Fortenza 600 FS	90Aa	76Ba	73Bb
	Polímero + Água	86Aa	80Ba	79Ba
	Controle	89Aa	81Ba	77Ba

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, em cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Fonte: Do autor (2020).

O armazenamento de sementes tratadas ainda necessita de estudos e ajustes, em função do número elevado de variáveis envolvidas com a qualidade das sementes. Lemes *et al.* (2019) avaliando o potencial de armazenamento de sementes de soja tratadas, com combinações de fungicidas e inseticidas (Maxim Advanced + Cruiser; Cruiser + Amulet + Maxim Advanced; Avicta + Cruiser + Maxim Advanced) relataram redução da germinação com o prolongamento do período de armazenamento até aos 180 dias. Júnior *et al.* (2019) não observaram efeitos

sobre a germinação para sementes tratadas com produtos inseticidas (Imidacloprido + Tiodicarbe; Cloraniliprol; Ciantraniliprol; Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato-metilo), com armazenamento de 90 dias.

Com o armazenamento a 10 °C, as tendências de decréscimos de germinação foram semelhantes entre os tratamentos durante o período, com todos os valores próximos ou acima de 90% (FIGURA 11a), mesmo aos 200 dias. Nessa condição, sementes tratadas com Avicta® apresentaram a maior taxa de deterioração, com queda de 1% na germinação a cada 30 dias de armazenamento. Taxa essa pequena, visto que após 200 dias de armazenamento, a germinação final estimada ainda foi de 86%.

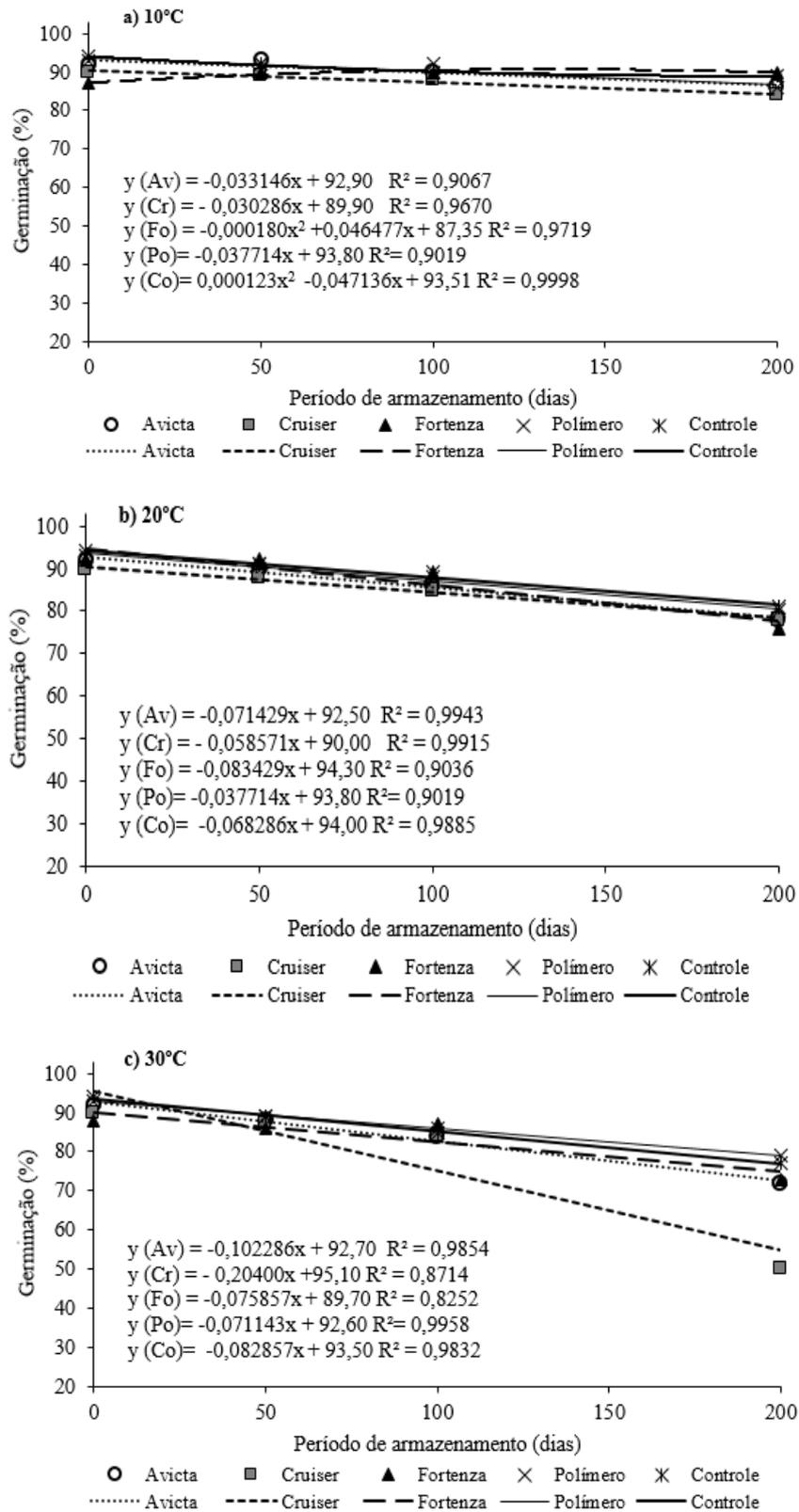
A exemplo do verificado a 10°C no armazenamento, com 20 °C as linhas de tendências foram próximas, com todos os tratamentos apresentando regressão linear inversa (FIGURA 11a) e valores similares. A maior taxa de degradação foi constatada em sementes tratadas com inseticida Fortenza®, com depreciação de 2,5% a cada 30 dias. Valor próximo ao constatado para o controle, 2,04% por mês.

As taxas de deteriorações no armazenamento a 30 °C foram mais elevadas, conforme observado pelas maiores inclinações das retas ao longo do tempo (FIGURA 11c), principalmente para sementes tratadas com Cruiser®, com taxa de degradação de 6,12% ao mês. A taxa de degradação do controle absoluto nessa condição foi de 2,48% ao mês.

Indicando claramente que condições inadequadas de armazenamento, exemplo 30°C, aumenta a sensibilidade das sementes ao tratamento com inseticidas.

O controle de temperatura ambiental é de extrema importância pois ameniza a deterioração da qualidade de sementes e mantém a atividade isoenzimática favorável à qualidade das sementes (CARVALHO *et al.*, 2014; MAVAIIEIE *et al.*, 2019).

Figura 11 - Porcentagem média de emergência em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas.

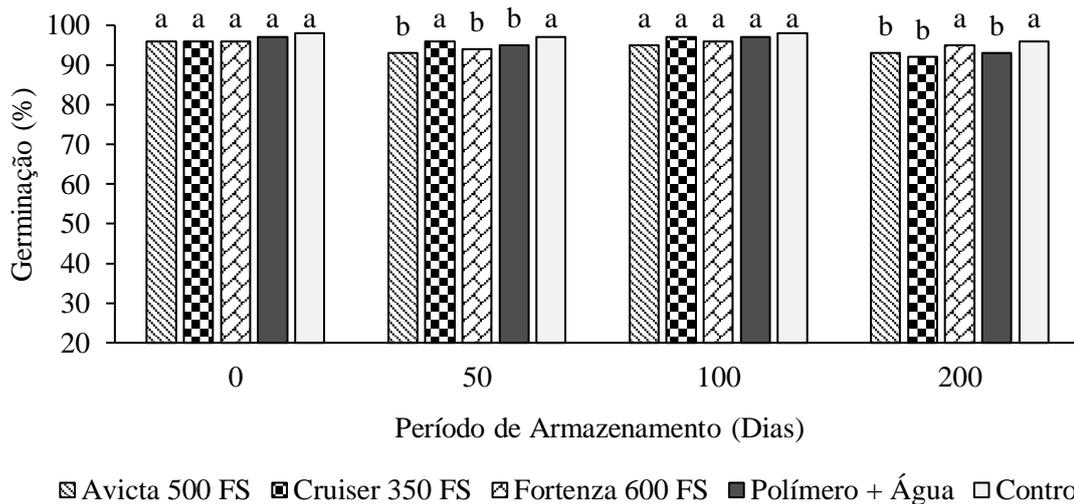


Fonte: Do autor (2020).

Para sementes da cultivar M6410IPRO, as interações duplas produto x armazenamento e produto x temperatura foram significativas para a variável germinação (TABELA 1a, anexo). As variações dos tratamentos em função do armazenamento ocorreram a partir de 50 dias, pequena variação na porcentagem de germinação, com as sementes tratadas com Cruiser® e o controle absoluto apresentando desempenho superior em relação aos demais tratamentos. Com o prolongamento do armazenamento, aos 200 dias, sementes tratadas com Fortenza® e o controle foram superiores, com germinação acima de 95%. Todos os valores iniciais de germinação foram acima de 96%, com o avanço do armazenamento, mesmo aos 200 dias, todos os tratamentos apresentaram valores acima de 92%, o que reitera a importância de lote de alta qualidade para serem submetidos aos tratamentos com inseticidas e armazenadas (FIGURA 12).

Para Santos *et al.* (2018) sementes de soja tratadas com inseticida que continha Fipronil não apresentaram qualquer diferença na germinação em comparação com o controle após o armazenamento por 90 dias em câmara fria.

Figura 11 - Porcentagem média de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, ao longo do armazenamento.



\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade em cada período de armazenamento.

Fonte: Do autor (2020).

A temperatura proporcionou diferenças significativas na germinação de sementes de soja em função da aplicação de produtos no tratamento de sementes da cultivar M6410IPRO (TABELA 4). Em sementes armazenadas a 10 °C, não se observou diferença entre os

tratamentos de sementes, com valores de germinação acima de 97%. Fato também verificado quando armazenadas a 20 °C.

Com o armazenamento a 30 °C, as sementes que receberam qualquer tipo de tratamento, incluindo Polímero + água, apresentaram germinações inferiores, com menor valor obtido em sementes tratadas com Avicta®.

Em relação às temperaturas, para o tratamento controle não houve diferença entre as condições de armazenamento, mantendo valores elevados mesmo a 30 °C (TABELA 4). Para sementes tratadas com Avicta® e Polímero + água houve diminuição da germinação com 20 °C em relação à 10 °C. E para todos os tratamentos, com exceção do controle, a temperatura de 30 °C ocasionou maior redução no percentual de germinação das sementes. O que demonstra a importância dessa variável, temperatura de armazenamento, quando se pretende tratar com inseticidas e armazenar as sementes. Situação comum e necessária no tratamento industrial de sementes (BRZEZINSKI *et al.*, 2015).

Elevadas temperaturas no armazenamento ocasionam redução na germinação nas sementes de soja. Mesmo armazenadas a 30 °C, sementes oriundas desta cultivar apresentaram até o final do período de armazenamento porcentagem de germinação acima de 90%, reforçando a importância da alta qualidade do lote no início do armazenamento de sementes, sobretudo tratadas. Existem genótipos que apresentam tendência de alta tolerância ao armazenamento (CARVALHO *et al.*, 2014).

Tabela 4 - Porcentagem média de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas.

Produtos	Temperaturas		
	10 °C	20 °C	30 °C
Avicta 500 FS	98Aa	95Ba	90Cc
Cruiser 350 FS	97Aa	96Aa	92Bb
Fortenza 600 FS	97Aa	96Aa	92Bb
Polímero + Água	98Aa	96Ba	92Cb
Controle	98Aa	97Aa	96Aa

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Fonte: Do autor (2020).

#### 4.4 Emergência de plântulas

Pelos resultados do teste de emergência de plântulas para sementes da cultivar M5917IPRO observa-se as mesmas tendência dos resultados observados na germinação durante os primeiros 50 dias de armazenamento, não havendo diferenças no percentual de plântulas emergidas entre nenhum dos tratamentos com os controles, apresentando em todas temperaturas valores semelhantes (TABELA 5). Aos 100 dias, somente com armazenamento a 30 °C houve diferença entre os tratamentos, com valores inferiores para Avicta®, Fortenza® e Polímero + água. Com exceção do Avicta®, observa-se que até aos 100 dias, independente do tratamento ou temperatura, os valores de emergência estiveram acima de 80%, o que demonstra a viabilidade do tratamento de sementes com inseticidas o (TABELA 5).

Já aos 200 dias, se intensificou a degradação do potencial fisiológico em sementes armazenadas a elevadas temperaturas, enquanto a 10 °C não houve diferença entre os produtos (TABELA 5). No armazenamento a 20 °C, Controle e Avicta® proporcionaram maiores valores. Aos 30 °C, todos os tratamentos com inseticidas promoveram a redução no percentual de emergência das plântulas.

Entre as temperaturas de armazenamento, os efeitos foram constatados após 50 dias de armazenamento. O armazenamento a 30 °C, ocasionou a depreciação aos 100 dias, com intensificação aos 200 dias, sobretudo para sementes tratadas com alguma molécula inseticida. Com temperatura intermediária, 20 °C, a diminuição da emergência de plântulas foi constatada aos 200 dias para as sementes tratadas (TABELA 5).

Foram notórios os reflexos negativos do armazenamento inadequado sobre a qualidade fisiológica de sementes tratadas com inseticidas, sobretudo com o avanço do período de armazenamento, 100 dias.

Ludwig *et al.* (2014) e Lanferdini *et al.* (2017) pesquisando sobre o efeito do tratamento químico das sementes de crambe e soja com Carbendazin + Tiran e Fipronil constataram não haver efeito negativo logo após o tratamento das sementes sobre o desempenho das plântulas.

Cunha *et al.* (2015) relataram que o tratamento de sementes de soja com Avicta®, Cruiser®, Cruiser Advanced®, Maxim XL®, Cropstar®, Sedaxane® e Standak Top® não depreciou a qualidade fisiológica com armazenamento de até 45 dias.

Tabela 5 - Porcentagem média de emergência em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas.

Armazenamento (dias)	Produtos	Temperaturas		
		10 °C	20 °C	30 °C
0	Avicta 500 FS	94Aa	94Aa	94Aa
	Cruiser 350 FS	92Aa	90Aa	92Aa
	Fortenza 600 FS	92Aa	92Aa	90Aa
	Polímero + Água	93Aa	93Aa	93Aa
	Controle	92Aa	92Aa	92Aa
50	Avicta 500 FS	92Aa	88Aa	87Aa
	Cruiser 350 FS	90aA	86Aa	87Aa
	Fortenza 600 FS	91Aa	90Aa	86Aa
	Polímero + Água	93Aa	91Aa	88Aa
	Controle	90Aa	90Aa	89Aa
100	Avicta 500 FS	90Aa	89Aa	75Bb
	Cruiser 350 FS	89Aa	88Aa	86Aa
	Fortenza 600 FS	89Aa	92Aa	81Bb
	Polímero + Água	93Aa	89Aa	81Bb
	Controle	90Aa	88Aa	88Aa
200	Avicta 500 FS	85Aa	78Ba	58Cc
	Cruiser 350 FS	86Aa	75Bb	69Cb
	Fortenza 600 FS	87Aa	71Bb	46Cd
	Polímero + Água	86Aa	75Bb	74Ba
	Controle	90Aa	81Ba	78Ba

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, em cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Fonte: Do autor (2020).

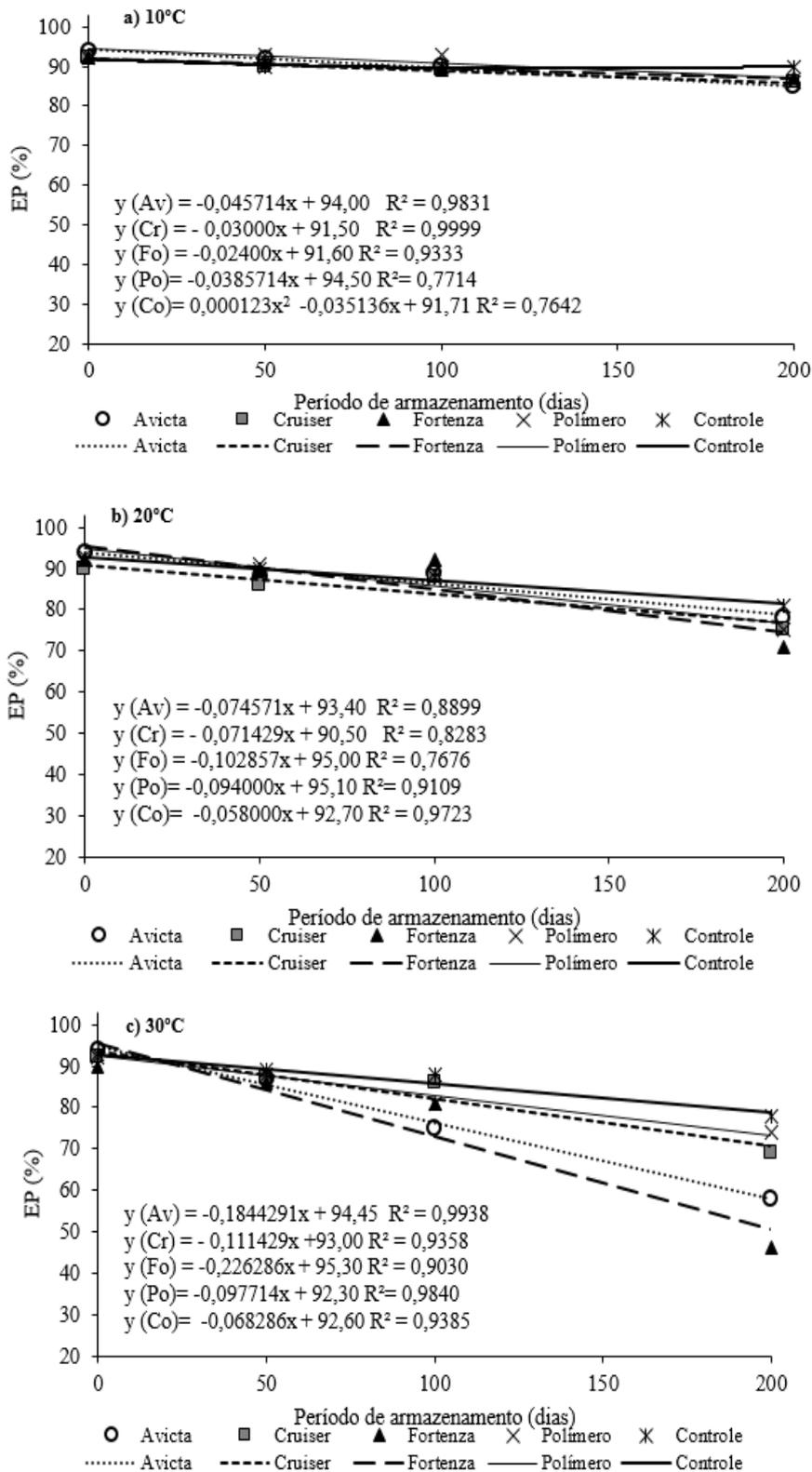
No armazenamento a temperatura a 10 °C a redução da qualidade ao longo do tempo foi pequena, as retas apresentaram inclinações menores (FIGURA 13a). Sementes tratadas com Avicta® apresentaram nessa condição a maior taxa de deterioração, com 1,37% a cada 30 dias, taxa considerada pequena, visto que após 200 dias de armazenamento o percentual de emergência foi estimado em 85%.

Entretanto, tendência igual se verificou em sementes armazenadas a 20 °C, também com efeito linear inverso, porém com degradação mais acentuada (FIGURA 13b). A maior taxa na queda no percentual de emergência foi em sementes tratadas com Fortenza®, com depreciação de 3,1% a cada 30 dias, seguida de Polímero + água com 2,82%. O controle apresentou menor taxa de deterioração, 1,47% ao mês.

Com o aumento da temperatura de armazenamento, 30 °C, as taxas de deterioração foram mais elevadas (FIGURA 13c). A combinação temperatura elevada de armazenamento e tratamento com inseticidas ocasionou a maior degradação, as taxas de deterioração com Fortenza®, Avicta® e Cruiser® foram de 6,78; 5,53 e 3,34% a cada 30 dias de armazenamento, levando a baixos valores ao final do armazenamento devido às condições estressantes. Nas sementes sem tratamento (controle) a taxa de deterioração foi de 2,04% ao mês.

Baixa temperatura no armazenamento de sementes diminui a velocidade das reações bioquímicas e metabólicas, o que permite a manutenção das características iniciais de armazenamento das sementes por períodos mais longos (AGUIAR *et al.*, 2012). Demito e Afonso (2009) constataram que sementes de soja armazenadas entre 12 e 15 °C de temperatura mantiveram um percentual de emergência e germinação maiores em relação ao armazenamento convencional.

Figura 13 - Porcentagem média de emergência em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas.



Fonte: Do autor (2020).

Para sementes de M6410, na avaliação inicial, houve em todas temperaturas diferenças no percentual de plântulas emergidas, em todas as temperaturas o controle absoluto foi classificado no grupo superior (TABELA 6). Todas as depreciações estavam relacionadas a algum tipo de tratamento, seja com inseticida ou polímero. Fato que se repetiu até os 100 dias, principalmente sob armazenamento a 30 °C, aos 200 dias, o armazenamento nestas mesmas condições as sementes tratadas tiveram deterioração mais avançada.

Sementes armazenadas a temperaturas de 10 e 20 °C mantiveram até ao final do armazenamento porcentagem de plântulas normais próximo ou acima 90%, o que mostra a eficiência dessas temperaturas na manutenção do vigor de sementes, mesmo sob tratamentos inseticidas (TABELA 6).

Barbosa *et al.* (2017) estudando o efeito de inseticidas no tratamento de sementes de soja, constataram que o uso de Imidacloprido + Tiodicarbe e Imidacloprido apresentou menor percentual de emergência de plântulas após a semeadura em comparação com os demais tratamentos. Entretanto, estes autores constataram também que os tratamentos com Fipronil + Tiram + Carbedazim e Clorantranilprole mantiveram valores similares aos da testemunha, com 75% de emergência.

Tabela 6 - Porcentagem média de emergência em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas.

Armazenamento (dias)	Produtos	Temperaturas		
		10 °C	20 °C	30 °C
0	Avicta 500 FS	92Aa	92Aa	84Bb
	Cruiser 350 FS	86Ab	85Ab	78Bc
	Fortenza 600 FS	94Aa	91Aa	80Bc
	Polímero + Água	87Ab	84Ab	85Ab
	Controle	94Aa	92Aa	91Aa
50	Avicta 500 FS	98Aa	92Ba	92Bb
	Cruiser 350 FS	95Aa	87Bb	89Bc
	Fortenza 600 FS	96Aa	92Aa	87Bc
	Polímero + Água	97Aa	86Bb	86Bc
	Controle	99Aa	95Aa	98Aa
100	Avicta 500 FS	98Aa	97Aa	93Ba
	Cruiser 350 FS	95Aa	92Ab	90Aa
	Fortenza 600 FS	97Aa	98Aa	80Bc
	Polímero + Água	95Aa	95Ab	86Bb
	Controle	99Aa	98Aa	95Aa
200	Avicta 500 FS	95Aa	90Ba	69Cb
	Cruiser 350 FS	94Aa	89Ba	68Cb
	Fortenza 600 FS	94Aa	91Aa	68Bb
	Polímero + Água	94Aa	85Bb	72Cb
	Controle	98Aa	93Ba	84Ca

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, em cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Fonte: Do Autor (2020).

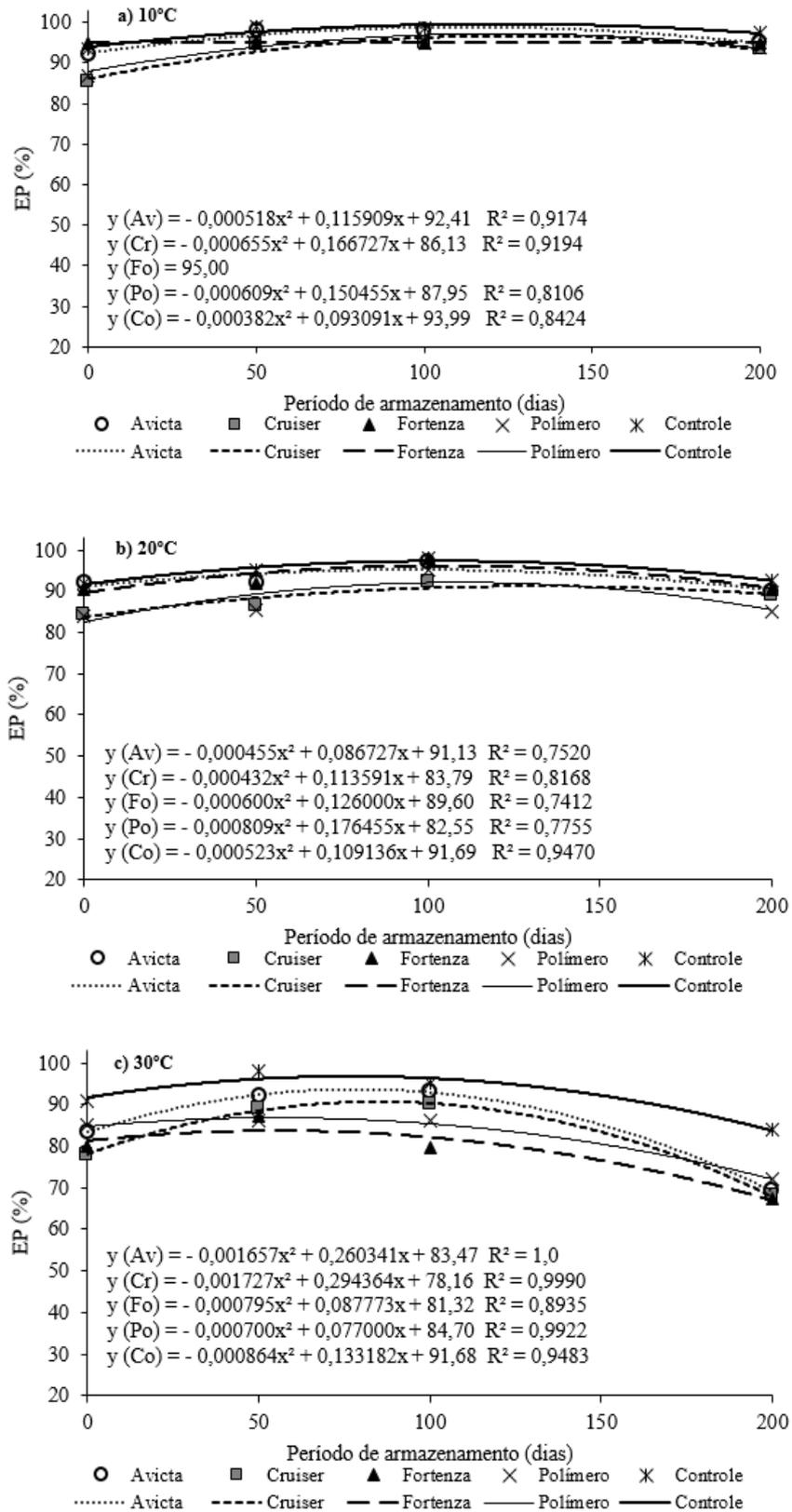
As tendências ao longo do armazenamento a 10 °C foram próximas entre os tratamentos, com pequenas variações (FIGURA 14a), mantendo-se em patamares elevados, próximos ou acima de 90%, mesmo após 200 dias de armazenamento de sementes de M6410IPRO. A 20 °C, todas as equações de regressão foram de efeito quadrático, com aumento inicial até 100 dias e posterior queda (FIGURA 14b), sob esta temperatura sementes tratadas com Cruiser® e Polímero + água apresentaram tendências de resultados em patamares inferiores, exceto aos 200 dias. Para armazenamento a 30°C também foram ajustadas equações de 2° grau para todos os tratamentos, com ganhos iniciais e diminuição de emergência na metade final de armazenamento (FIGURA 14c). Na temperatura de 30 °C, sementes do tratamento controle se mantiveram em patamar mais elevado em relação às sementes tratadas, seja com inseticidas

seja com polímero. Mais uma vez reforçando a importância do armazenamento adequado de sementes tratadas com inseticidas.

As condições de armazenamento são determinantes na manutenção da qualidade fisiológica das sementes, uma vez que estas atuam regulando a velocidade de perda da viabilidade, sendo a perda intensificada pelo período de armazenamento. Mavaieie *et al.* (2019) relataram a importância do controle de temperatura para sementes tratadas.

As pequenas elevações de emergência de plântulas constatadas no período inicial do armazenamento, independente das temperaturas, confirmam que não houve efeito fitotóxico neste período, e também pode estar relacionado com a perda da viabilidade de alguns patógenos que estavam presentes nas sementes, como exemplo *Phomopsis spp.* e *Fusarium spp.* Pois de acordo com Henning (2007) e Pereira *et al.* (2007), esses fungos reduzem sua incidência ao longo do armazenamento. Nessa linha Carvalho *et al.* (2014) e Santos *et al.* (2018) relataram aumento da porcentagem de germinação de sementes de soja no período inicial de armazenamento, em geral até 90 dias de armazenamento, fato inerente à redução da incidência de fungos de campo sobre as sementes armazenadas.

Figura 14 - Porcentagem média de emergência em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles ao longo do armazenamento em diferentes temperaturas.



Fonte: Do autor (2020).

#### 4.5 Envelhecimento acelerado em papel (EAP)

Para o vigor por meio do envelhecimento acelerado em papel para sementes da cultivar M5917IPRO, com o armazenamento a 10 °C não houve diferença entre os tratamentos, permitindo inferir a eficácia desta temperatura para o armazenamento de sementes de soja, sobretudo tratadas com inseticidas. Todavia, apesar das sementes armazenadas nessa temperatura ter apresentado melhor desempenho em relação as demais, vale salientar que o vigor inicial desse lote foi intermediário, com valores abaixo de 85% (TABELA 7).

Com a elevação da temperatura de armazenamento ocorreu redução do vigor para alguns tratamentos com inseticidas ou polímero (TABELA 7). Sementes tratadas com Avicta® e Cruiser® apresentaram menor vigor a 20 °C e sementes tratadas com Cruiser®, Fortenza® e Polímero + água armazenadas a 30 °C foram inferiores. O que indica o efeito negativo da temperatura elevada na redução do vigor para sementes tratadas (TABELA 7).

O acondicionamento em diferentes ambientes para sementes tratadas com inseticidas pode provocar alterações degenerativas, bem como desencadear processo de desestruturação das membranas celulares das sementes, provocando redução da qualidade fisiológica. Para Marcos Filho (2015) ao longo do armazenamento a deterioração das sementes decorre dos radicais livres produzidos, como resultado da peroxidação de lipídeos durante o envelhecimento, os quais reagem com os lipídeos das membranas, acarretando distúrbios a esta estrutura. Para Matera *et al.* (2018) a perda da viabilidade das sementes ao longo do armazenamento é inevitável, visto que com o envelhecimento, as sementes perdem a habilidade de germinar e formar plântulas normais.

Tabela 7 - Porcentagem de vigor, por meio de envelhecimento acelerado, em papel em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, em diferentes temperaturas.

Produtos	Temperaturas		
	10 °C	20 °C	30 °C
Avicta 500 FS	80aA	76bB	72aC
Cruiser 350 FS	81aA	76bB	68bC
Fortenza 600 FS	80aA	79aA	69bB
Polímero + Água	80aA	81aA	69bB
Controle	82aA	80aA	74aB

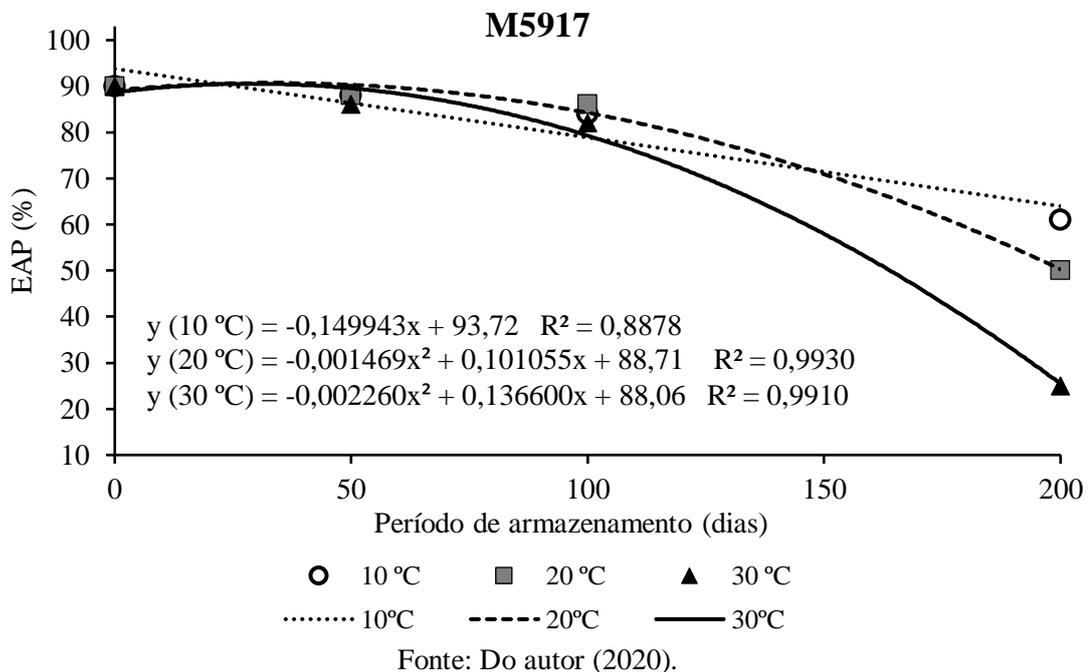
\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Fonte: Do autor (2020).

Para a influência da temperatura no vigor das sementes de M5917, Com o armazenamento a 10 °C, o efeito sobre o vigor foi linear, com diminuição de 4,5% ao mês (FIGURA 15). Para as demais temperaturas os efeitos foram quadráticos, para 20 °C e 30 °C as quedas iniciaram aos 30 e 19 dias, respectivamente, com acentuada diminuição após 100 dias, principalmente para 30 °C. Ao final do armazenamento, o vigor para sementes armazenadas as 10 °C, 20 °C e 30 °C foram 64%, 50% e 25%, respectivamente. O que deixa evidente a importância da temperatura do ambiente de armazenamento para sementes tratadas.

Kaefer *et al.* (2019) avaliando a influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja constataram que houve depreciação do vigor nos lotes armazenados em ambiente convencional, com perdas de 22% até os 60 dias de armazenamento em comparação com os lotes armazenados na condição ideal.

Figura 12 - Porcentagem de vigor, por meio de envelhecimento acelerado em papel, em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.



Para sementes de M6410IPRO, logo após o tratamento até os primeiros 50 dias de armazenamento o vigor das sementes não foi influenciado pelo efeito dos tratamentos, em qualquer uma das temperaturas, com porcentagem de plântulas normais acima de 90%, o que mostra alto vigor inicial para sementes deste lote. A partir dos 100 dias, foi notória a depreciação do vigor, sobretudo em sementes armazenadas com algum tratamento. Aos 100

dias a 20 °C, sementes tratadas com inseticidas foram inferiores aquelas sem inseticidas. A 30 °C sementes tratadas com Fortenza® e Polímero + água proporcionaram menores médias. Com 200 dias, tanto a 20 °C quanto a 30 °C sementes tratadas com inseticidas apresentaram vigor inferior, seguido de Polímero + água, em ambas o controle foi superior. Vale salientar que os valores finais de vigor para sementes armazenadas em condições de 30 °C, foram muito baixos, aproximadamente 40% (TABELA 8). Deixando claro que a manutenção do vigor de sementes tratadas com inseticidas depende diretamente das condições de armazenamento.

A qualidade das sementes tratadas e armazenadas pode ser influenciada pelo produto químico empregado no tratamento das mesmas e, pelo genótipo utilizado (TONIN *et al.*, 2014). Cunha *et al.* (2019) relataram diminuição da qualidade fisiológica quando as sementes foram tratadas com Imidacloprido + Tiodicarbe, Metalaxyl M + Tiabendazol + Fludioxonil + Thiamethoxam, Abamectina e posteriormente armazenadas por 60 dias.

Avaliando o potencial de armazenamento de sementes de soja tratadas Lemes *et al.* (2019) constataram que a combinação dos produtos Cropstar® + Derosal Plus® proporcionou menor porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de germinação, emergência em campo e envelhecimento acelerado durante os 180 dias de armazenamento. Segundo os autores, alguns tratamentos de sementes podem provocar alterações degenerativas no metabolismo e desencadear processo de desestruturação das membranas celulares das sementes, provocando redução da qualidade fisiológica.

Apesar de diversos relatos sobre tratamento com inseticida e degradação da qualidade fisiológica de sementes de soja, essa relação ainda necessita de muitos esclarecimentos e entendimentos das causas fisiológicas, morfológicas e químicas.

Tabela 8 - Porcentagem de vigor, por meio de envelhecimento acelerado em papel em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles, armazenadas em diferentes temperaturas.

Armazenamento (dias)	Produtos	Temperaturas		
		10 °C	20 °C	30 °C
0	Avicta 500 FS	97Aa	96Aa	93Aa
	Cruiser 350 FS	97Aa	95Aa	94Aa
	Fortenza 600 FS	97Aa	93Aa	96Aa
	Polímero + Água	97Aa	98Aa	95Aa
	Controle	97Aa	97Aa	95Aa
50	Avicta 500 FS	96Aa	95Aa	93Aa
	Cruiser 350 FS	97Aa	94Aa	89Ba
	Fortenza 600 FS	96Aa	92Ba	91Ba
	Polímero + Água	93Aa	96Aa	92Aa
	Controle	96Aa	97Aa	92Ba
100	Avicta 500 FS	95Aa	93Ab	86Ba
	Cruiser 350 FS	95Aa	91Bb	88Ba
	Fortenza 600 FS	96Aa	92Ab	79Bb
	Polímero + Água	93Aa	96Aa	76Bb
	Controle	96Aa	96Aa	90Ba
200	Avicta 500 FS	79Ab	76Ac	44Bc
	Cruiser 350 FS	88Aa	73Bc	43Cc
	Fortenza 600 FS	89Aa	72Bc	39Cc
	Polímero + Água	91Aa	81Bb	48Cb
	Controle	90Aa	89Aa	61Ba

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, em cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Fonte: Do autor (2020).

Quanto ao vigor em cada temperatura, houve ao longo do armazenamento em todas temperaturas efeito linear negativo, ou seja, uma diminuição do vigor das sementes com o prolongamento do período. Porém com diferentes intensidades de degradação, inclinações das retas, marcantes entre as temperaturas com maior deterioração com aumento das temperaturas (FIGURA 16).

A 10 °C, ao longo do armazenamento as tendências de decréscimos no vigor de sementes foram semelhantes entre todos os tratamentos e controles, com valores próximos a 90% (FIGURA 16a), com exceção do tratamento com Avicta®. O tratamento com Avicta® proporcionou uma maior taxa de deterioração, com 2,81% ao mês, finalizando o período de armazenamento com vigor próximo a 80%. Para o controle, a perda de vigor foi de 1% ao mês.

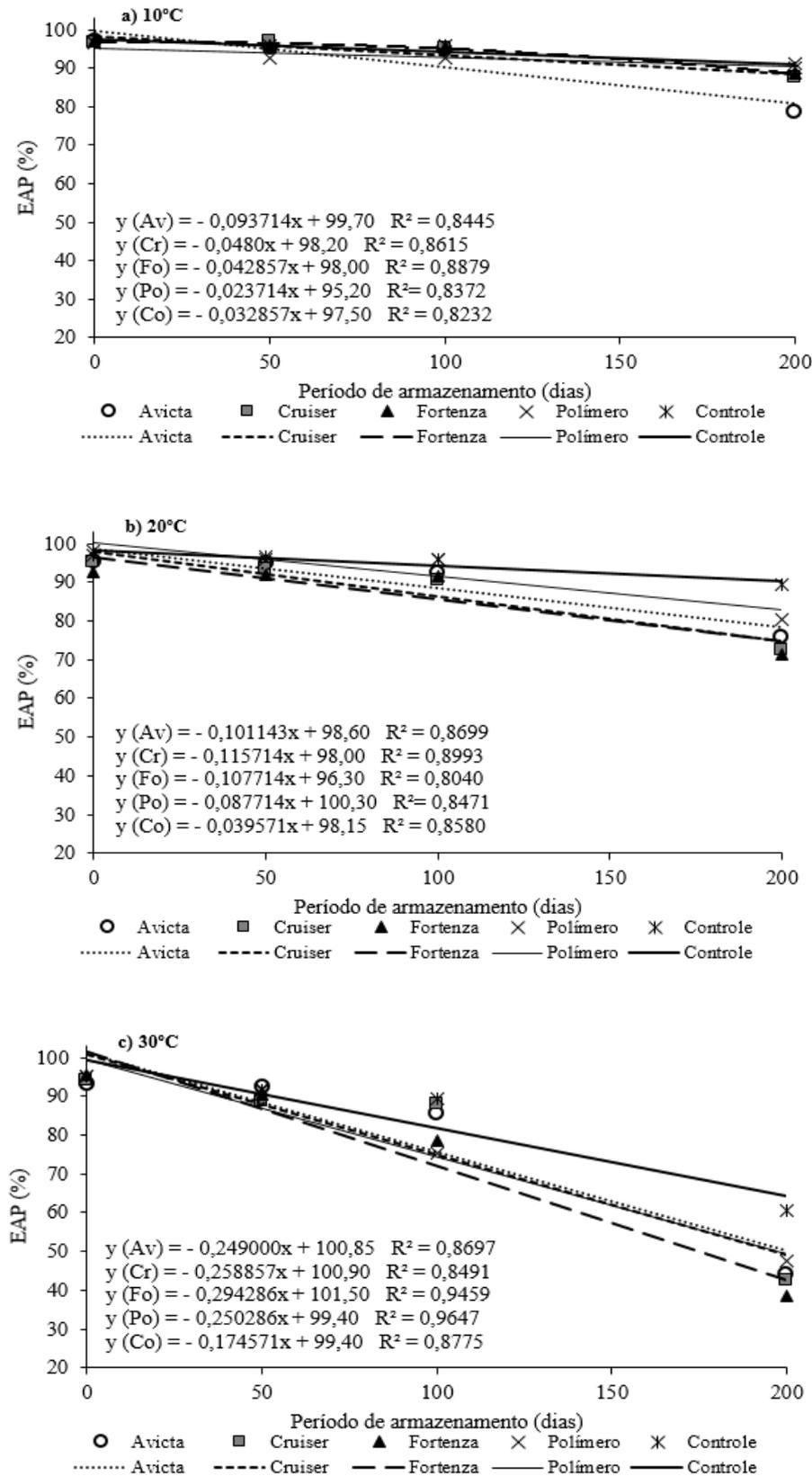
Com a temperatura de armazenamento mais elevada, 20 °C, as sementes tratadas com inseticidas apresentaram taxas de deteriorações mais elevadas, com Cruiser®, seguida de Fortenza® e Avicta® com depreciação a cada 30 dias de 3,74; 3,23 e 3,03%, respectivamente (FIGURA 16b). Com o tratamento Polímero + água a deterioração foi intermediária com 2,6% ao mês e o controle absoluto se manteve em patamar mais elevado de vigor, principalmente na metade final do armazenamento, com perda de vigor de 1,18% ao mês.

Já na temperatura de armazenamento mais elevada, 30 °C, todas as taxas de deterioração do vigor das sementes também foram mais elevadas, principalmente para sementes tratadas com inseticidas e Polímero + água (FIGURA 16c). A exemplo do ocorrido a 20 °C, o controle absoluto iniciou com vigor semelhante aos demais, mas com o avanço do período do armazenamento se manteve com valores sempre mais elevados, com uma perda de vigor de 5%.

As deteriorações das sementes tratadas foram acentuadas em condição de armazenamento a 30°C, com 8,82; 7,76; 7,50 e 5,23% de queda no vigor ao mês para sementes tratadas com Fortenza®, Cruiser®, Polímero + água e Avicta®. Mais uma vez tornando claro a importância do armazenamento correto para perdas menores de vigor, sobretudo para sementes tratadas com inseticidas, garantindo a qualidade ao final do armazenamento e evitando prejuízos.

Avaliando a performance de sementes tratadas de cultivares de soja em função de diferentes ambientes e períodos de armazenamento, Mavaieie *et al.* (2019) concluíram que, sementes de soja tratadas com inseticidas e armazenadas em condições ambientais, em Alto Graças-MT, apresentaram acentuada velocidade de deterioração a partir de 6 meses.

Figura 16 - Porcentagem média de envelhecimento acelerado em papel em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles ao longo do armazenamento em diferentes temperaturas.



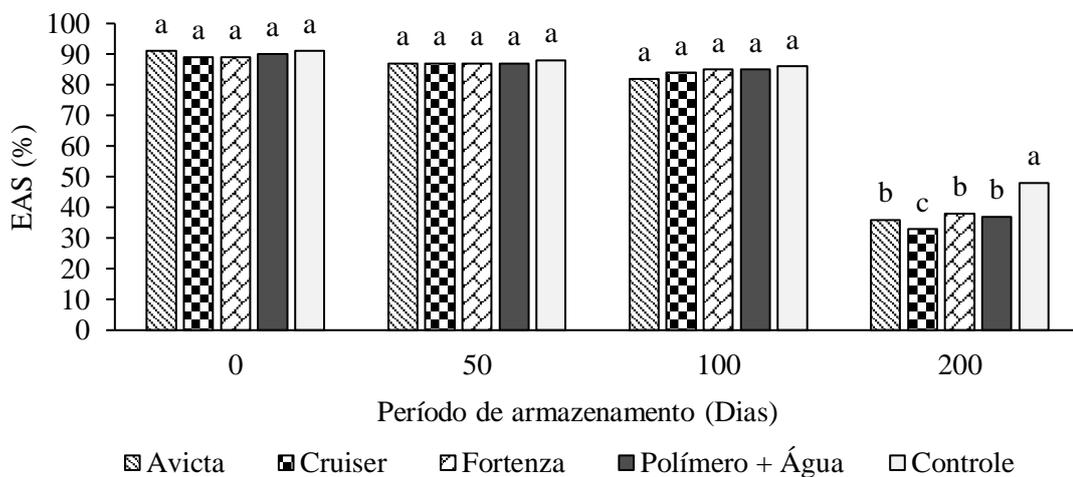
Fonte: Do autor (2020).

#### 4.6 Envelhecimento acelerado em substrato de solo e areia (EAS)

Na avaliação do vigor com o teste de envelhecimento acelerado em substrato de solo e areia para sementes da cultivar M5917IPRO as interações duplas produto x armazenamento e temperatura x armazenamento foram significativas (TABELA 1a, ANEXO). Nos primeiros 100 dias de armazenamento não houve variações no vigor em função dos tratamentos de sementes, com todos os valores próximos a 90% (Figura 17), incluindo Polímero + água e o controle. As diferenças de vigor nesse teste foram detectadas ao final do período de armazenamento, 200 dias, em que o controle apresentou maior vigor. Valores intermediários foram constatados para sementes tratadas com Fortenza® e Polímero + água, as sementes tratadas com Cruiser® tiveram menor vigor ao final do período de armazenamento.

Foi notório que o efeito negativo dos tratamentos com inseticidas sobre o vigor das sementes ocorreu somente após 100 dias de armazenamento (FIGURA 17). Fato também constatado nas equações de regressões plotadas na Figura 18, em que as diminuições acentuadas em todos os tratamentos ocorreram após 100 dias de armazenamento, após esse período o controle absoluto se manteve com valores acima dos demais.

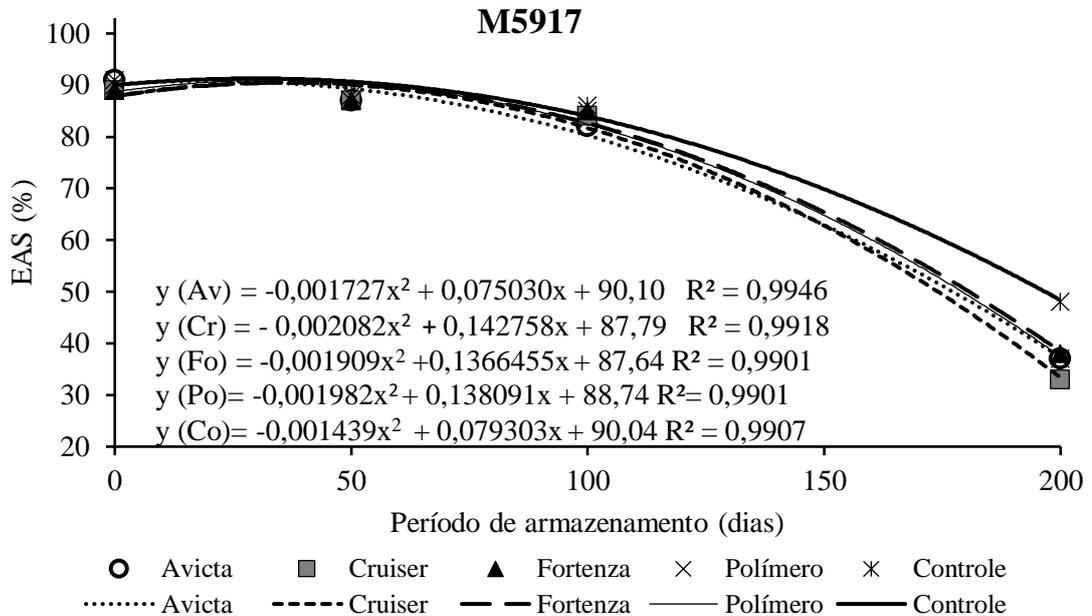
Figura 17 - Porcentagem de vigor, por meio de envelhecimento acelerado em substrato de solo e areia em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do tratamento de sementes com inseticidas e controle, no período de armazenamento.



\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade em cada período de armazenamento.

Fonte: Do autor (2020).

Figura 18 - Porcentagem de vigor, por meio de envelhecimento acelerado em substrato de solo e areia em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.

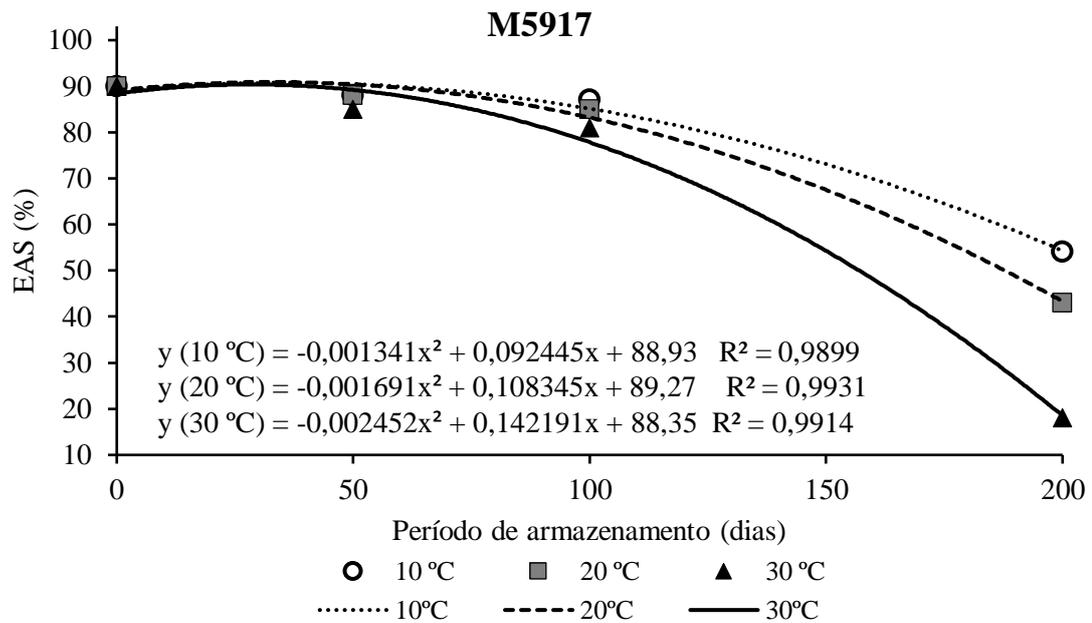


Fonte: Do autor (2020).

Para o vigor em função do tempo e temperatura de armazenamento, as tendências foram semelhantes ao observado em outros testes fisiológicos (FIGURA 19). A deterioração foi mais acentuada com o armazenamento a 30 °C, já a partir de 50 dias. Com o avanço do período de armazenamento as diferenças de vigor em função da temperatura foram aumentando, devido à combinação estressante à semente de temperatura elevada e tempo avançado de armazenamento. Ao final do período de armazenamento, a 10 °C, 20 °C e 30 °C os valores de depreciação do vigor foram 35; 45 e 70%, respectivamente.

Reiterando a relevância do controle de temperatura de armazenamento de sementes, principalmente tratadas, devido ao valor financeiro das sementes de soja e dos produtos utilizados, conforme relatado também por Carvalho *et al.* (2014) e Mavaieie *et al.* (2019).

Figura 13 – Porcentagem de vigor, por meio de envelhecimento acelerado em substrato de solo e areis em sementes da cultivar de soja M5917IPRO em função do armazenamento em diferentes temperaturas.



Fonte: Do autor (2020).

Para o vigor de sementes da cultivar M6410 a interação tripla foi significativa (TABELA 1a, ANEXO). Na avaliação inicial não se observou diferenças no vigor em função dos tratamentos e temperaturas de armazenamento, com valores acima de 95% (TABELA 9).

O efeito da temperatura foi notório a partir dos 50 dias para sementes armazenadas a temperaturas de 20 e 30 °C, em que sementes tratadas com inseticidas e Polímero + água começaram a apresentar deterioração do vigor (TABELA 9). Fato que se repetiu com o avanço do armazenamento a 100 e 200 dias, para todas as temperaturas. Ao final do período de armazenamento, mesmo sob armazenamento a 10 °C, sementes submetidas a algum tratamento inseticida ou Polímero + água apresentaram vigor inferior ao controle absoluto, diferenças que se acentuaram com o aumento da temperatura de armazenamento atingindo valores muito baixos, devido à combinação de fatores estressantes.

Salienta-se que esse teste de envelhecimento acelerado com posterior semeadura em substrato areia + solo mostrou-se estressante e com rigor elevado, devido aos valores obtidos em relação ao substrato papel. Constitui-se uma opção de um teste de vigor, mas de elevado rigor, por isso merece atenção em sua recomendação e utilização.

Um dos fatores de extrema importância para manter a qualidade das sementes é um correto armazenamento, o que torna necessário o controle da temperatura e teor de água

(ARAÚJO, 2016). Os dados do presente estudo corroboram com os encontrados por este autor, que ao avaliar a influência da condição de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja, verificou que melhores resultados no percentual de vigor foram registrados em condições de resfriamento e armazenamento em câmara fria.

Tabela 9 - Porcentagem de vigor, por meio de envelhecimento acelerado em substrato de solo e areia em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controle, armazenadas em diferentes temperaturas.

Armazenamento (dias)	Produtos	Temperaturas		
		10 °C	20 °C	30 °C
0	Avicta 500 FS	98Aa	97Aa	95Aa
	Cruiser 350 FS	94Aa	95Aa	94Aa
	Fortenza 600 FS	95Aa	94Aa	98Aa
	Polímero + Água	96Aa	95Aa	97Aa
	Controle	95Aa	97Aa	97Aa
50	Avicta 500 FS	98Aa	90Bb	76Cc
	Cruiser 350 FS	95Aa	89Bb	83Cb
	Fortenza 600 FS	95Aa	95Aa	84Bb
	Polímero + Água	91Aa	93Ab	91Aa
	Controle	96Aa	97Aa	83Bb
100	Avicta 500 FS	83Ac	73Bb	59Cb
	Cruiser 350 FS	83Ac	69Bb	31Cd
	Fortenza 600 FS	86Ac	72Bb	41Cc
	Polímero + Água	91Ab	70Bb	36Cc
	Controle	96Aa	93Aa	81Ba
200	Avicta 500 FS	66Ac	53Bb	11Cb
	Cruiser 350 FS	74Ab	47Bc	14Cb
	Fortenza 600 FS	68Ac	39Bd	12Cb
	Polímero + Água	69Ac	37Bd	6Cc
	Controle	87Aa	74Ba	26Ca

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, em cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Fonte: Do autor (2020).

Para o vigor das sementes durante o armazenamento, a 10 °C o controle absoluto proporcionou sementes com valores mais elevados ao longo do armazenamento, fato que se repetiu em todas as temperaturas em distintas escalas, indicando efeitos deletérios dos tratamentos com inseticidas e Polímero + água sobre as sementes armazenadas (FIGURA 20a).

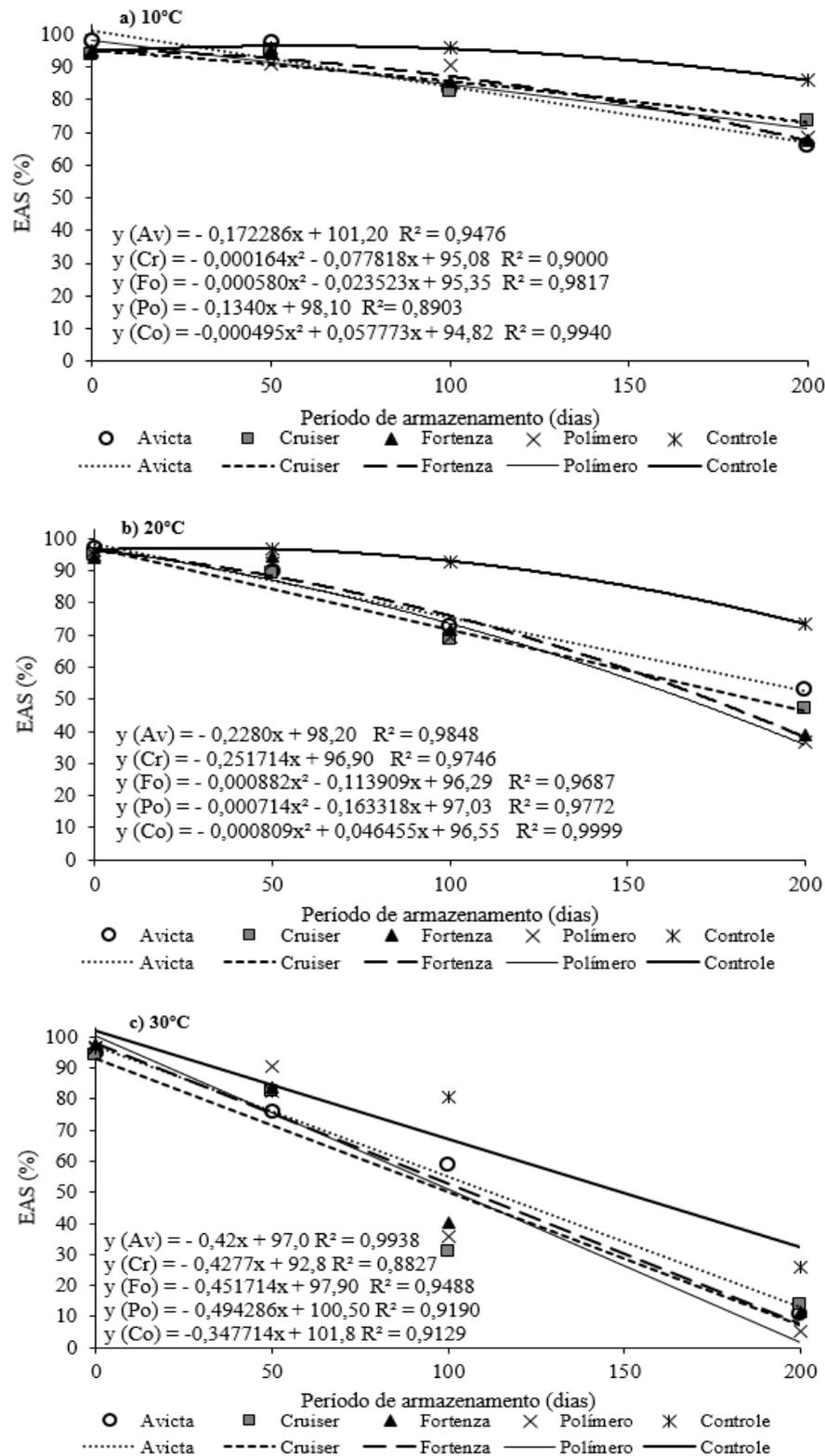
Para armazenamento a 10 °C, a maior taxa de degradação do vigor foi com o tratamento com Avicta®, com 5,17% a cada 30 dias de armazenamento, seguida de Polímero + água com 4,02.

Com a temperatura de 20 °C, a degradação do vigor em sementes tratadas com inseticidas ou Polímero + água ocorreu desde os períodos iniciais do armazenamento, com taxas de deterioração de 7,55% e 6,69% ao mês para sementes tratadas com Cruiser® e Avicta®, respectivamente (FIGURA 20b). Todas as sementes com algum tipo de tratamento, inseticida ou polímero, apresentaram baixo vigor ao final do armazenamento a 20°C.

Com o armazenamento a 30 °C, todas as equações de regressões ajustadas foram lineares inversas com inclinação acentuada ao longo do tempo de armazenamento, indicando a capacidade de elevadas temperaturas proporcionar a degradação das sementes (FIGURA 20c). As taxas estimadas de degradação do vigor, por meio desse teste, foram de 14,82; 13,55; 12,83; 12,6 e 10,43% ao mês para tratamento com Polímero + água, Fortenza®, Cruiser®, Avicta® e o controle.

Por meio desses valores verifica-se claramente que o armazenamento em elevadas temperaturas acentua a taxa de deterioração e aumenta a sensibilidade dos inseticidas durante o armazenamento. Para Carvalho *et al.* (2014) e Mavaieie *et al.* (2019) o controle de temperatura ambiental é de extrema importância devido a sua influência em amenizar a deterioração da qualidade de sementes e favorecer a manutenção das atividades isoenzimáticas favoráveis à qualidade das sementes.

Figura 20 - Porcentagem média de envelhecimento acelerado em substrato de solo e areis em sementes da cultivar de soja M6410IPRO em função dos tratamentos de sementes com inseticidas e controles ao longo do armazenamento em diferentes temperaturas.



Fonte: Do autor (2020).

## 5 CONCLUSÕES

A temperatura de armazenamento a 30 °C afeta diretamente o período de armazenamento das sementes tratadas com inseticidas, acentuando a taxa de deterioração e a sua sensibilidade ao tratamento.

No armazenamento a 10 °C a qualidade fisiológica das sementes de soja tratadas com Avicta®, Cruiser® e Fortenza® é preservada durante o armazenamento por 200 dias.

Os inseticidas Avicta®, Cruiser® e Fortenza® e Polímero + água afetam negativamente a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas a partir de 100 dias a 20 e 30 °C de temperatura, com efeitos mais acentuados na maior temperatura.

No armazenamento a temperatura de 30 °C ocorreu redução na qualidade fisiológica de sementes de soja independente do tratamento a que foram submetidas.

As moléculas inseticidas proporcionam distintas taxas de deterioração/sensibilidade das sementes de soja ao longo do armazenamento.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. W. S.; BRITO, D. R.; OOTANI, M. A.; FIDELIS, R. R.; PELUZIO, J. N. Efeito do dióxido do carbono, temperatura e armazenamento sobre sementes de soja e micoflora associada. **Revista Ciência Agronômica**, [S.l.], v. 43, p. 554-560, 2012.

ALFENAS, A. C. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 627.

ALMEIDA, A. S.; CASTELLANOS C. I. S.; DEUNER C.; BORGES C. T.; MENEGHELLO G. E. Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Revista de Agricultura**, [S.l.], v. 89, n. 3, p.172-182, 2014. Disponível em: <http://www.fealq.org.br/ojs/index.php/revistadeagricultura/article/view/173>. Acesso em: 19 abr. 2019.

ALIYEV, J. A. Photosynthesis, photorespiration and productivity of wheat and soybean genotypes. **Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v. 65, n. 5-6, p. 7-48, 2010.

ANDRADE, D. B. **Evaluation of the physiological quality of tobacco seeds through image analysis**. 2017. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/4041>. Acesso em: 19 abr. 2019.

APROSOJA. Associação dos produtores de soja e milho do estado de Mato Grosso- APROSOJA Mato Grosso. **A história da soja**. Disponível em: <http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-da-soja>. Acesso em: 13 ago. 2020.

ARAÚJO, P. V. L. **Influência da condição de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2016. 10 p. TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

ASA. American Soybean Association. **A reference guide to important soybean facts & figures important soybean facts & figures, 2020**. Disponível em: <http://soystats.com/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

AVELAR, S. A. G.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUDWIG, M. P.; RIGO, G. A.; CRIZEL, R. L.; OLIVEIRA, S. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicidas, inseticidas e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 10, p. 1719-1725, 2011.

BAGATELI, J. R.; DORR, C.S.; SCHUCH, L.O.B.; MENEGHELLO, G. Desempenho produtivo de plantas de soja originadas de lotes de sementes com níveis crescentes de vigor. **Journal of Seed Science**, [S.l.], v. 41, n. 2, p. 151-159, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n2199320>. Acesso em: 19 abr. 2019.

BARBOSA, R. G.; RADKE, A.K.; MENEGHELLO, G. E. Inseticidas no tratamento de sementes: reflexos nos estádios de desenvolvimento inicial de plantas de soja. **Revista da Jornada de Pós graduação e Pesquisa – Congrega**, URCAMP, 2017.

BARROS, R. G.; BARRIGOSI, 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**, [S.l.], v.64, n.3, p.459-465, 2005.

BASU, R. N. Seed viability. *In*: BASRA, A. S. **Seed quality**: basic mechanisms and agricultural implications. New York: The Haworth, 1995. p. 1-42.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds**: physiology of development, germination and dormancy. 3 ed. New York: Springer, 2013. 392 p.

BERNARD, R. L. *et al.* **Results of the cooperative uniform soybeans tests**. Washington: USDA, 1965. 134 p.

BIOGENE. **Polímeros**. Disponível em: <http://www.biogene.com.br/tratamento-desementes/polimeros> Acesso em: 22 jul. 2020.

BRACKMANN, A.; NEUWALD, D. A.; RIBEIRO, N. D.; FREITAS, S. T. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, [S.l.], v.32, p.911-915, 2002.

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

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas**: 1961-1990. Brasília, 1992. 84 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas**: 1961-1990. Brasília, 1992. 84 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Guia de inspeção de campos para produção de sementes. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. 3. ed. Brasília: Mapa/ ACS, 2011. 41 p.

BRZEZINSKI, C. R.; HENNING, A. A.; ABATI, J.; HENNING, F. A.; FRANÇA NETO, J. D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; ZUCARELI, C. Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. **Journal of Seed Science**, [S.l.], Londrina, v. 37, n. 2, p. 147-153, 2015.

CAMILO, G. L.; CASTELLANOS, C. I. S; SUÑÉ, A. S; ALMEIDA, A. S; N. SOARES, N. V; TUNES, L. V. M. Qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento após revestimento com agroquímicos. **Revista de Ciências Agrárias**, [S.l.], p. 436-446, 2017.

CASTRO, P. R. C.; KLEGE, R. A.; PEPES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal**: Fisiologia de cultivos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2008, 864 p.

CARVALHO, E. R.; MAVAIEIE, D. P. R.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. V.; VIEIRA, A. R. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes

condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 49, n. 12, p. 967-76, 2014.

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

\_\_\_\_\_. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise mensal: Soja**. Agosto de 2020. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 13 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. **Portal de Informações Agropecuárias**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

COSTA, E. M; NUNES, B. M; VENTURA, V. A; ARANTES, H. T; MENDES, G. R. Efeito fisiológico de inseticidas e fungicidas sobre a germinação e vigor de sementes de soja (*Glycine max L.*). **Científico@ – Multidisciplinary Journal**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 77-84, 2018.

CUNHA, J. P. A. R. da; OLIVEIRA, P. de; SANTOS, C. M. dos; MION, R. L. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 39, p.1420-1425, 2009.

CUNHA, R. P. D.; CORRÊA, M. F.; SCHUCH, L. O. B.; OLIVEIRA, R. C. D., JUNIOR, A.; DE SOUZA, J.; SILVA, J. D. G.; ALMEIDA, T. L. D. Different treatments of seeds on the development of soybean plants. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 45, n. 10, p. 1761- 1767, 2015.

CUNHA, R. P.; VERGARE, R.; RODRIGUES, D. B.; BRUNESOARES, V. N.; BRUNES, A. P.; SCHUCH, L.O.B. Potencial de armazenamento de sementes de soja tratadas quimicamente. **Revista Científica Rural**, Bagé-RS, v. 21, n. 1, p. 78, 2019.

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**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.

DAN, L.G. M *et al.*, Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, 2012.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

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

DORNELES, G. O.; SILVEIRA, R. G.; GUESSER, V. P.; RADMAN, E. B.; MISSIO, E. Desempenho de sementes de soja submetidas a tratamento com fungicida/inseticida e períodos de armazenamento. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 2303-2310, 2019.

ELY, A. **Efeito do tratamento de sementes na qualidade fisiológica de sementes de soja de diferentes cultivares armazenadas em diferentes temperaturas.** 2018. 30 p. TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Pampa – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Farroupilha, Alegrete, 2018.

ESTEVIÃO, C. P.; POSSAMAI, E. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas e armazenadas em diferentes ambientes. **Scientia Agraria**, [S.l.], v. 3, p. 113-132, 2002.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.l.], v. 38, n. 4, p. 278-286, 2014.

FERREIRA, T. F.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, R. A.; RESENDE, L. S.; LOPES, C. G. M.; FERREIRA, V. F. Quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. **Journal of Seed Science**, [S.l.], v. 38, n. 4, p. 278-286, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v38n4161760>. Acesso em: 19 abr. 2019.

FERREIRA, T. F. **Qualidade de sementes de soja tratadas com inseticidas e fungicidas antes e após o armazenamento.** 2016. 77 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

FERREIRA, T. F.; CARVALHO, M. V.; FERREIRA, V. F.; MAVAIEIE, D. P. R.; GUIMARAES, G. C.; OLIVEIRA, J. A. Sanitary quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. **Journal of Seed Science**, [S.l.], v. 41, n. 3, p. 293-300, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n3210498>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação 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**, [S.l.], v. 32, p. 123- 133, 2010.

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

GONCALVES, P. H. B. **Qualidade de sementes de soja submetidas a diferentes tecnologias de tratamento químico.** 2015. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

JUNIOR BRAUN, S. P. **Tratamento de sementes de soja e sua influência na qualidade durante o período de armazenamento.** 2015. 41 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

JUNIOR, L. D. B.; FERRARI, J. L.; DARIO, G.; TRIBONI, Y. B.; RAETANO, C. G. Physiological potential and initial development of soybean plants as a function of seed treatment. **Pesq. Agropec. Trop**, Goiânia, v. 49, 2019.

KAEFER, J. T.; ZAMBERLAN, J. F.; SALAZAR, R. F. S.; BORTOLLOTO, R. P. Influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Ciência & Tecnologia**, Cruz Alta, v. 3, n. 1, p. 13-22, 2019.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 163-166, 2006.

LACERDA, M. P. **Caraterização fisiológica de plântulas de soja submetidas a diferentes tratamentos químicos**. 2014. 24 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2014.

LANFERDINI, D.; RADKE, A. K.; MENEGHELLO, G. E. Vigor e tempo de armazenamento de sementes de soja com tratamento industrial. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 14 n. 26, 2017.

LEMES, E.; ALMEIDA, A.; JAUER, A.; MATTOS, F.; TUNES, L. Tratamentos de sementes industrial: potencial de armazenamento de sementes de soja tratadas. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 3, mai./jun, 2019, p. 94-103. Disponível em: <http://journal.unoeste.br/index.php/ca/index>. Acesso em: 20 ago. 2019.

LUDWIG, E. J.; NUNES, U. R.; MERTZ, L. M.; SILVA, J. R. da; NUNES, S. C. P. Vigor e produção de sementes de crambe tratadas com fungicida, inseticida e polímero. **Científica**, [S.l.], v. 42, n. 3, p. 271-277, 2014.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 45/2013**: Padrões para a produção e comercialização de sementes de soja, 2013.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.l.], v. 31, p. 102-112, 2009.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MATERA, T. C.; PEREIRA, L. C.; BRACCINI, A. L.; PIANA, S. C.; SUZUKAWA, A. K.; FERRI, G. C.; PEREIRA, R. C.; CORREIA, L.V. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas, fungicidas e fertilizante. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S.l.], p. 239-240, 2018.

- MAVAIEIE, D. P. R.; CARVALHO, E. R.; FERREIRA, V. F.; OLIVEIRA, J. A.; FERREIRA, T. F.; REIS, L. V. Performance of treated seeds of different soybean cultivars in function of environments and storage periods. **Brazilian Journal of Agriculture**, [S.l.], v. 94, n. 3, p. 179-195, 2019.
- MENDONÇA, A. O. **Potencial fisiológico de sementes de soja tratadas e armazenadas em diferentes condições ambientais**. 2016. 41 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.
- MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; ZIMMER, P.D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Revista Ciência Rural**, [S.l.], v. 39, n. 1, p. 13-18, 2009.
- MINUZZI, A. *et al.* Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.
- NEERGAARD, P. **Seed pathology**. 2nd ed. London: MacMillan, 1979. v. 1, 839 p.
- OLIVEIRA, L. M.; SCHUCHS, L. O. B.; BRUNO, R. L. A.; PESKE, S. T. Qualidade de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e armazenadas em condições controladas e não controladas de temperatura e umidade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1263-1276.
- PESKE, S.T.; PLATZEN. H. **Tratamento de sementes: Tecnologia que se reinventa**. **Seednews**, Pelotas, ed. XXIII, 2019.
- PARK, C. E.; KIM, Y. S.; PARK, K. J.; KIM, B. K. Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. **Journal of Stored Products Research**, [S.l.], v. 48, p. 25-29, 2012.
- 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**, Guarapuava, v. 9, n. 2, p. 289- 29, 2013.
- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2012.
- RIGUEIRA, R. J. A.; LACERDA FILHO, A. F.; VOLK, M. B. S. Avaliação da qualidade do feijão armazenado em ambiente refrigerado. **Alimentos e Nutrição**, [S.l.], v. 20, p. 649-655, 2009.
- ROCHA, D. K.; CARVALHO, E. R.; PIRES, R. M. O; DOS SANTOS, H. O.; PENIDO, A. C.; DANDRADE, D. B. Does the substrate affect the germination of soybean seeds treated with phytosanitary products: **Ciência e Agrotecnologia**, [S.l.], v. 44, p. 4-7, 2020.
- ROCHA, G. C.; NETO, A. R.; CRUZ, S. J. S.; CAMPOS, G. W. B.; SIMON, A. C. O. C. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas: **Revista Científica**, [S.l.], v. 1, n. 5, p. 51, 2017.

ROCHA, G. C. **Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas**. 2016. 54 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Rio Verde-faculdade de Agronomia, Rio Verde, 2016.

SALGADO, F. H. M.; XIMENES, P. A. Germinação de sementes de milho tratadas com inseticidas. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 4, n. 1, p. 49-53, fev. 2013.

SANTOS, S. F.; CARVALHO, E. R.; ROCHA, D. K.; NASCIMENTO, R. M. Constituições e volumes de calda no tratamento industrial de sementes de soja e a qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 40, n. 1, p. 67-74, 2018.

SILVA, K. N. **Efeito do tratamento químico na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho durante armazenamento**. 2018. 72 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, DF, 2018.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.l.], v. 32, n. 3, p. 35-41, 2010.

SCHONS, A.; DA SILVA, C. M.; PAVAN, B. E.; DA SILVA, A. V.; MIELEZRSKI, F. Respostas do genótipo, tratamento de sementes e condições de armazenamento no potencial fisiológico de sementes de soja. **Revista de Ciências Agrárias**, [S.l.], p. 110, 2018.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, p. 507-512, 1974.

SMANIOTTO, T. A. S *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**. Campina Grande, PB, v. 18, n. 4, p. 447, 2014.

SOUZA, A. M. R.; SILVA, A. K. A.; CAMPOS, M.; SOARES, M. M. Germinação de sementes de soja submetidas a diferentes condições de armazenamento. Ciências e Humanidade. *In: JORNADAS DE INICIAÇÃO CIENTIFICA*, 2018. Palmas. **Anais...** Palmas, Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA, 2018.

TAVARES, S.; CASTRO, P. R. C.; RIBEIRO, R. V.; ARAMAKI, P. H. Avaliação dos efeitos fisiológicos de thiametoxan no tratamento de sementes de soja. **Revista de Agricultura**, [S.l.], v. 82, n. 1, p.47-54, 2007.

TONIN, R. F. B. *et al.* Potencial fisiológico de sementes de milho híbrido tratadas com inseticidas e armazenadas em duas condições de ambiente. **Scientia Agropecuaria**, Trujillo, v. 5, p. 7-16, 2014.

VIEIRA, B. G. T. L.; BARBOSA, G. F.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. Structural changes in soybean seed coat due to harvest time and storage. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, [S.l.], v. 11, p. 625-628, 2013.

VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E.; LAUXEN, L. R.; DEUNER, C. Desempenho fisiológico de sementes de aveia-preta tratadas com tiametoxam. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina v. 33, n. 5, p. 1619-1628, set./out. 2012

YAMANOSHITA, T.; MASUMORI, M.; YAGI, H.; KOJIMA, K. Effects of flooding on downstream processes of glycolysis and fermentation in roots of *Melaleuca cajuputi* seedlings. **Journal of Forest Research**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 199-204, 2005.

## ANEXO

Tabela 1A – Análise de variância dos quadrados médios do grau de umidade (GU), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), emergência de plântulas (EP), envelhecimento acelerado germinação (substrato de papel) (EAP) e envelhecimento acelerado emergência (substrato de solo: areia) (EAS) de sementes de soja, cultivares M5917PRO e M64101PRO, tratadas com diferentes produtos (P), acondicionadas em diferentes temperaturas (T) e submetidas a armazenamento (A).

FV	GL	M5917PRO					
		GU	PCG.	G	EP	EAP	EAS
Produtos (P)	4	0,9390*	374,2916*	220,2250*	154,1083*	334,5666*	179,2354*
Temperaturas (T)	2	33,1894*	947,5166*	778,7625*	1442,0791*	2310,3166*	2510,7541*
Armazenamento (A)	3	130,2565*	16113,0222*	2010,2500*	3114,7264*	26671,1722*	36115,4666*
P*T	8	0,3464 <sup>ns</sup>	12,0166 <sup>ns</sup>	31,7937*	103,1208*	47,4416*	22,0197 <sup>ns</sup>
P*A	12	1,3386*	117,0361*	43,7638*	88,8661*	13,4083 <sup>ns</sup>	88,6854*
T*A	6	4,8275*	409,2722*	280,8125*	453,0014*	1550,9388*	1421,6541*
P*T*A	24	0,4929*	11,9944 <sup>ns</sup>	47,3159*	50,8486*	20,7583 <sup>ns</sup>	20,3364 <sup>ns</sup>
Resíduo	180	0,2056	150,777	128,972	144,263	143,722	195,250
CV (%)		4,97	4,78	4,15	4,42	4,96	5,90
Média		9,00	81,17	87,00	86,00	76,00	75,00

FV	GL	M64101PRO					
		GU	PCG	G	EP	EAP	EAS
Produtos (P)	4	0,4318	66,52*	59,64*	439,09*	215,74*	1404,35*
Temperaturas (T)	2	76,0974*	729,95*	585,91*	2472,47*	4699,21*	15068,11*
Armazenamento (A)	3	62,0990*	101,53*	121,13*	944,00*	7941,64*	31129,85*
P*T	8	0,3368*	21,37*	24,25*	99,27*	68,92*	73,78*
P*A	12	0,4009*	14,81*	13,93*	20,84*	92,57*	457,15*
T*A	6	5,6344*	17,39*	9,89 <sup>ns</sup>	414,97*	1701,86*	3630,86*
P*T*A	24	0,4140*	5,76 <sup>ns</sup>	6,02 <sup>ns</sup>	18,12*	32,64*	142,79*
Resíduo	180	0,1207	6,41	5,65	8,64	8,74	10,74
CV (%)		4,05	2,67	2,49	3,27	3,38	4,34
Média		8,57	94,68	95,38	89,80	87,60	75,44

\*significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

<sup>ns</sup> não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Do autor (2020).