



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO  
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA  
CAMPUS SETE LAGOAS**

**CAMILA ALVES NORMANDO**

**EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DA SEPARAÇÃO FÍSICA DE GRÃOS  
E DO TRATAMENTO COM INSETICIDAS PROTETORES NA  
QUALIDADE DO MILHO DURANTE A ARMAZENAGEM**

**Sete Lagoas**

**2022**

**CAMILA ALVES NORMANDO**

**EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DA SEPARAÇÃO FÍSICA DE GRÃOS  
E DO TRATAMENTO COM INSETICIDAS PROTETORES NA  
QUALIDADE DO MILHO DURANTE A ARMAZENAGEM**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Dias

Coorientador: Dr. Marco Aurélio Guerra Pimentel

**Sete Lagoas**

**2022**

**CAMILA ALVES NORMANDO**

**EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DA SEPARAÇÃO FÍSICA DE GRÃOS  
E DO TRATAMENTO COM INSETICIDAS PROTETORES NA  
QUALIDADE DO MILHO DURANTE A ARMAZENAGEM**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Dias

Coorientador: Dr. Marco Aurélio Guerra Pimentel

**Sete Lagoas, 21 de dezembro de 2022.**

**Baca avaliadora:**

---

Prof. Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Lucas --- UFSJ

---

Dr. Marco Aurélio Guerra Pimentel --- Embrapa Milho e Sorgo

---

Me. Ezequiel Garcia de Souza

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre iluminar meu caminho, me protegendo e me guiando.

Aos meus pais, minha eterna gratidão por serem o meu exemplo de vida e estarem sempre ao meu lado. Agradeço por todas os ensinamentos, toda proteção e amor.

À minha família que sempre cuidaram, torceram e oraram por mim.

À Embrapa Milho e Sorgo, pela oportunidade de desenvolver este trabalho utilizando de sua infraestrutura.

Ao meu coorientador Dr. Marco Aurélio Guerra Pimentel pela oportunidade, disposição, orientação e paciência. Por ter me ensinado e acreditado que eu seria capaz, minha gratidão.

Ao laboratorista Ismael Moreira, por ter me recebido tão bem e auxiliado nas atividades.

Aos meus amigos de laboratório Ezequiel e Thaíne que me ajudaram na condução do projeto.

Ao meu professor orientador Prof. Leonardo Lucas Carnevalli Dias pela orientação, confiança, conhecimentos transmitidos e disposição.

Às minhas amigas Thaíne, Natália, Virgínia e Maria, pelo incentivo, amizade e parceria ao longo da graduação.

A todos que de modo geral, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho e para minha formação acadêmica, muito obrigada!

## RESUMO

A separação física de grãos defeituosos na etapa de pré-processamento associado com a aplicação de inseticidas protetores e seu impacto na qualidade dos grãos de milho ao longo do armazenamento é um processo, ainda pouco estudado, que visa redução de perdas e manutenção da qualidade. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da associação do beneficiamento por meio de mesa densimétrica em combinação com a aplicação de inseticidas protetores na qualidade final dos grãos de milho durante a armazenagem. O experimento foi conduzido na Embrapa Milho e Sorgo, utilizando um lote homogêneo de grãos de milho oriundos do campo experimental, totalizando 460 kg. Foram realizados 8 tratamentos, sendo (T1): Grãos de densidade média sem controle químico; (T2): Grãos de densidade média + pirimifós-metílico (Actellic® 500 EC); (T3): Grãos de alta densidade sem controle químico; (T4): Grãos de alta densidade + pirimifós-metílico (Actellic® 500 EC); (T5): Grãos de alta densidade + terra de diatomáceas (Insecto®); (T6): Grãos de alta densidade + bifentrina (Starion®); (T7): Grãos de baixa densidade sem controle químico; (T8): Grãos de alta densidade + pirimifós-metílico (Actellic® 500 EC). Foram utilizadas dosagens de 1,0 kg ton<sup>-1</sup> para terra de diatomáceas Insecto® e 16 mL ton<sup>-1</sup> para os inseticidas Actellic® 500 EC e Starion®. Os grãos foram armazenados por um período de 12 meses, com amostras coletadas mensalmente a partir de dezembro/2020 à dezembro/2021. As amostras foram caracterizadas quanto a classificação física de acordo com a metodologia descrita no Regulamento Técnico do Milho (IN 60/2011 MAPA), obtendo-se o total de avariados, a massa específica aparente e o conteúdo de água dos grãos. Os tratamentos com inseticida e grãos de alta densidade apresentaram grãos de melhor qualidade ao final do período de armazenamento quando comparado com os grãos de média e baixa densidade. O armazenamento de grãos de milho sem tratamento com inseticidas e separação de defeituosos reduz a qualidade dos grãos ao longo do tempo, com aumento dos danos causados por insetos e microrganismos que comprometem a qualidade dos grãos, desclassificando de acordo com as normas vigentes.

**Palavras-chave:** *Zea mays*. Perdas. Armazenamento.

## ABSTRACT

The physical separation of defective grains in the pre-processing stage associated with the application of protective insecticides and its impact on the quality of corn grains during storage is a process, still little studied, which aims to reduce losses and maintain quality. The present work aimed to evaluate the impact of processing using a density table in combination with the application of protective insecticides on the final quality of corn grains during storage. The experiment was carried out at Embrapa Mayze and Sorghum, using a homogeneous batch of corn grains from the experimental field, totaling 460 kg. Eight treatments were performed, being (T1): Medium density grains without chemical control; (T2): Medium density grains + pyrimiphos-methyl (Actellic® 500 EC); (T3): High density grains without chemical control; (T4): High density grains + pyrimiphos-methyl (Actellic® 500 EC); (T5): High density grains + diatomaceous earth (Insecto®); (T6): High density grains + bifenthrin (Starion®); (T7): Low density grains without chemical control; (T8): High density grains + pyrimiphos-methyl (Actellic® 500 EC). Dosages of 1.0 kg ton<sup>-1</sup> were used for Insecto® diatomaceous earth and 16 mL ton<sup>-1</sup> for the insecticides Actellic® 500 EC and Starion®. The grains were stored for a period of 12 months, with samples collected monthly from December/2020 to December/2021. The samples were characterized in terms of physical classification according to the methodology described in the Technical Regulation of Corn (IN 60/2011 MAPA), obtaining the total number of damaged ones, the apparent specific mass and the water content of the grains. The treatments with insecticide and high density grains showed better quality grains at the end of the storage period when compared to medium and low density grains. The storage of corn grains without insecticide treatment and separation of defectives reduces the quality of the grains over time, with increased damage caused by insects, and microorganisms that compromise the quality of the grains, disqualifying them accordingly with the current regulations.

**Keywords:** *Zea mays*. Losses. Storage.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Classificação dos tipos de pragas encontradas no período de armazenamento do milho .....	12
Figura 1 - Mesa densimétrica utilizada para beneficiamento e saídas utilizadas para separação das categorias em função da densidade dos grãos de milho. ....	23
Figura 2 - Análise climatológica no período do armazenamento dos grãos de milho ...	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites máximos de tolerância expressos em percentual (%) .....	20
Tabela 2 – Inseticidas protetores registrados no MAPA controle de insetos-praga que causam danos em grãos de milho armazenado no Brasil .....	23
Tabela 3 – Tratamentos com inseticidas e beneficiamento .....	24
Tabela 4 – Parâmetros qualitativos dos grãos armazenados submetidos aos oito tratamentos e período de armazenagem prolongado .....	29
Tabela 5 – Estimativas das correlações de Pearson (r) entre as variáveis analisadas em grãos de milho do experimento .....	33



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Cultura do Milho .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Beneficiamento e Armazenamento .....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Tratamento com inseticidas em grãos de milho armazenados .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4.1 Inseticidas químicos líquidos.....</b>	<b>16</b>
2.4.1.1 <i>Actellic® 500 EC</i> .....	17
2.4.1.2 <i>Starion®</i> .....	17
2.4.2 Terra de diatomácea .....	18
2.4.2.1 <i>Insecto®</i> .....	18
<b>2.5 Instrução Normativa 60/2011 .....</b>	<b>19</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Localização .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Grãos de milho e beneficiamento.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Tratamento com inseticidas.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Armazenamento .....</b>	<b>25</b>
<b>3.5. Delineamento experimental e procedimento estatístico.....</b>	<b>27</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Conteúdo de água.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Massa específica aparente .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3 Total de grãos avariados .....</b>	<b>31</b>
<b>4.4 Grãos carunchados.....</b>	<b>32</b>
<b>4.5 Impurezas e grãos quebrados.....</b>	<b>32</b>
<b>4.7 Teste de correlação.....</b>	<b>33</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>35</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A manutenção da qualidade dos grãos durante o período de armazenagem tem como principal objetivo evitar perdas econômicas aos produtores rurais e empresas que comercializam ou processam grãos. Diversos fatores devem ser observados para uma armazenagem de grãos segura, dentre as principais medidas estão o controle de contaminantes biológicos, químicos e físicos, além do controle do conteúdo de água dos grãos, limpeza de instalações e dos produtos a serem armazenados e o monitoramento dos produtos durante o período de armazenagem (DALPASQUALE, 2002; CAMPOS, 2005).

A presença de insetos-praga, fungos, grãos defeituosos, impurezas e matérias estranhas e umidade são os principais fatores que devem ser observados quando pretende-se armazenar produtos agrícolas por períodos prolongados (FARONI & SOUSA, 2006; SANTOS, 2006). A presença destes fatores pode acarretar descontos e constituírem barreiras não-tarifárias no momento da comercialização, que geram grandes prejuízos econômicos e de impacto negativo à imagem do país como produtor e importante *player* no mercado agrícola. Além dos impactos econômicos relacionados à comercialização dos produtos com contaminantes acima dos níveis tolerados pelos consumidores, as perdas geradas por estes agentes podem impactar a qualidade dos produtos, impactando o valor nutricional, e o volume de produto disponível para comercialização, causando insegurança alimentar.

A proteção dos grãos de milho durante o armazenamento é uma importante etapa para a prevenção contra perdas devido ao ataque de insetos-praga. As perdas devido ao ataque de pragas no milho durante o armazenamento podem chegar a 15% da produção de grãos no Brasil (SANTOS, 2006), demandando pesquisas para subsidiar e aprimorar o manejo de pragas. Resultados de pesquisa tem apontado perdas em peso de até 18,3% na massa específica aparente de grãos de sorgo, após 70 dias de armazenamento (PIMENTEL et al., 2018), e de até 17,0%, apenas em peso, em grãos de milho, após 70 dias de armazenamento (PIMENTEL et al., 2019). Entre as espécies que podem causar danos aos grãos de milho, destaca-se o caruncho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), que é uma espécie polífaga, cosmopolita, de difícil controle que podem infestar os grãos ainda na lavoura, antes da colheita (REES, 1996; DALPASQUALE, 2002; SANTOS, 2006; MANTOVANI & PIMENTEL, 2017).

A principal tática de controle utilizada no manejo do caruncho-do-milho *S. zeamais* é uso de inseticidas protetores (piretróides e organofosforados) e o tratamento

curativo ou expurgo dos grãos com fosfina (WHITE & LEESCH, 1996; GUEDES et al., 2008; LORINI, 2008). No entanto, existem poucos princípios ativos registrados para uso em grãos armazenados no Brasil (AGROFIT, 2022). Assim, os mesmos princípios ativos tem sido utilizado por décadas, contribuindo para seleção de populações resistentes a diferentes inseticidas (LORINI et al., 2007; PIMENTEL et al., 2008,2009). Problemas com resíduos acima dos limites tolerados também são relatados por órgãos de vigilância e pelos mercados consumidores (BAPTISTA & TREVIZAN, 2007; FARONI et al., 2014).

Considerando as indicações técnicas do Manejo Integrado de Pragas de Grãos Armazenados (MIP-Grãos) (LORINI, 2008, 2018), a associação de medidas de controle deve ser preconizada, visando a otimização e sucesso no controle de insetos-praga em grãos armazenados. Assim, aliado ao uso de inseticidas na proteção dos grãos, as práticas de beneficiamento e pré-processamento visam assegurar a qualidade física e química, com a exclusão de grãos defeituosos por meio de máquinas, como as mesas densimétricas, que beneficiam o produto antes de seu processamento final nas indústrias ou antes de períodos prolongados de armazenagem (DALPASQUALE, 2002 ROSSETTI, 2021). O objetivo deste beneficiamento é separar um lote de grãos em diferentes frações de diferentes qualidades, excluindo sujidades, impurezas, grãos leves e quebrados e demais detritos que podem conter diferentes contaminações e desvalorizar o produto perante ao mercado.

Dessa forma, a integração de medidas de controle de contaminantes na pós-colheita deve ser preconizada utilizando-se diferentes ferramentas (LORINI, 2008, 2018), o que ainda é pouco abordado em trabalhos de pesquisa disponíveis na literatura especializada. Neste trabalho, testamos a hipótese de que a integração do uso de inseticidas protetores e do beneficiamento, por meio de mesa densimétrica, contribui para se manter os grãos de milho armazenados por maior tempo possível com menor perda de qualidade e consequente desvalorização do produto. Este tipo de prática ainda é pouco aplicado nas indústrias processadoras, fábricas de ração e armazéns e pode trazer benefícios interessantes pois trata-se de medidas simples e com custo-benefício vantajoso e acessível, sem grandes alterações estruturais nas instalações já existentes.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da associação da separação física de grãos por meio da densidade em combinação com a aplicação de inseticidas protetores na qualidade final dos grãos de milho durante a armazenagem.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Cultura do Milho**

O milho, espécie *Zea mays* L, é uma planta alógama, monocotiledônea e pertence à família Poaceae, possivelmente originada do México (BORÉM; PIMENTEL, 2017). O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, sendo que somente a produção destes corresponde a aproximadamente 70% de toda produção mundial (RIBEIRO, 2010).

A importância econômica do milho no cenário nacional é justificada pelas suas diversas formas de utilização, abrangendo o consumo humano, alimentação animal e utilização na indústria de alta tecnologia. Direta e indiretamente, a cultura do milho tem mais de 3.500 formas de utilização (GALVÃO; BORÉM; PIMENTEL, 2017; PAES, 2006). Segundo a CONAB (2021) e Abimilho (2021) a safra brasileira 2019/2020 teve uma produção de aproximadamente 102.586,4 milhões de toneladas, e uma área plantada de 18.527,3 milhões de hectares. Desta produção, 50,8 milhões de toneladas foram destinadas ao consumo animal, 11,1 milhões de toneladas para o consumo industrial e 2,0 milhões de toneladas de milho para o consumo humano.

### **2.2 Beneficiamento e Armazenamento**

Diante dos avanços tecnológicos aplicados pelos produtores, a maneira recomendada do manejo dos grãos de milho é feita por estruturas de armazenamento/secagem dos grãos. Na etapa inicial do processo, o produtor deve planejar todas as fases, integrando a colheita ao sistema de produção, a fim de que o grão apresente um bom padrão de qualidade. Dessa forma, as etapas compreendem pela implementação da cultura, até o transporte, secagem e armazenamento dos grãos diretamente relacionadas (PUZZI, 2000).

Nos armazéns, os grãos são dispostos em sacarias, devendo apresentar umidade entre 13% e 14%. Além disso, a sacaria deve ser disposta em estrados suspensos do piso, com distância da parede, para movimentação de cargas e facilitar as inspeções. Ademais, a instalação requer boa ventilação, o piso deve ser concretado e impermeabilizado, numa

altura de 30 centímetros acima do nível do solo. Para proteção de roedores, deve-se ser vedado as janelas, ralos e nos vãos do telhado. É importante a aplicação do expurgo periódico dos lotes sempre que o local apresentar alta incidência de traças e carunchos.

Na etapa de armazenamento alguns cuidados são importantes, como a limpeza dos grãos antes de ensacá-los, umidade adequada, limpeza e desinfecção da estrutura do armazém, uso de sacaria limpa, empilhamento adequado, entre outros. A matéria seca de um lote de grãos antes da secagem deve permanecer a mesma após a secagem, sendo que nesse processo o produto tende a perder massa, pela retirada de água do grão, e o percentual de perda de massa não poderá ser calculado diretamente (EMBRAPA, 2015, p.01).

Os grãos de milho na etapa de armazenamento podem ser afetados por inúmeros fatores, principalmente por insetos-pragas de grãos armazenados, carunchos ou gorgulhos e besouros “*Sitophilus zeamais*, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne* e as traças *Sitotroga cerealella*, *Ephestia kuehniella*, *E. elutella* e *Plodia interpunctella*” (EMBRAPA, 2015, p.01), interferindo significativamente na qualidade do milho. O entendimento do hábito alimentar das pragas é um fator importante para o planejamento do manejo no período do armazenamento. As pragas podem ser classificadas como primárias e secundárias:

Quadro 1 – Classificação dos tipos de pragas encontradas no período de armazenamento do milho

Pragas primárias	São aquelas que atacam sementes e grãos inteiros e sadios e, dependendo da parte que atacam, podem ser denominadas pragas primárias internas ou externas. As primárias internas perfuram as sementes e nestas penetram para completar seu desenvolvimento. Alimentam-se de todo o tecido de reserva da semente ou grão e possibilitam a instalação de outros agentes de deterioração (fungos, por exemplo). As pragas primárias externas destroem a parte exterior da semente e grãos e, posteriormente, alimentam-se da parte interna sem, no entanto, se desenvolverem no interior da mesma. Há destruição da semente e dos grãos apenas para fins de alimentação.
------------------	--

Pragas secundárias	São aquelas que não conseguem atacar sementes e grãos inteiros, pois depende que estes estejam danificados ou quebrados para deles se alimentarem. Essas pragas ocorrem nas sementes quando estão trincadas, quebradas ou mesmo danificadas por pragas primárias, e geralmente ocorrem desde o período de recebimento até o beneficiamento do milho. Multiplicam-se rapidamente e causam prejuízos elevados. Como exemplo cita-se as espécies <i>C. ferrugineus</i> , <i>O. surinamensis</i> e <i>T. castaneum</i> .
--------------------	--

Fonte: EMBRAPA, 2015, p.01

Uma das pragas mais recorrentes no armazenamento dos grãos de milho é o *Sitophilus zeamais*, conhecido como gorgulho do milho. É considerada como uma praga primária e cosmopolita, com elevado potencial biótico e alta capacidade de replicação em certa área sob condições favoráveis (LOECK, 2002). Esta espécie é inibida em umidade inferior a 12,5%, ocorrendo em grãos com elevado teor de umidade, principalmente na etapa de maturação fisiológica dos grãos de milho (EVANS, 1981). Ainda, apresenta infestação cruzada, capaz de disseminar tanto no campo quanto no armazém, possuindo muitos hospedeiros como grãos de trigo, arroz, milho, cevada e triticale (LORINI, 2008; VIEBRANTZ, 2014).

Os danos causados são encontrados pela redução do peso, contaminação dos grãos por impurezas, redução da qualidade física e fisiológica da semente. O manejo das pragas normalmente é determinado pelo uso de inseticidas químicos, inseticidas naturais a base de terra diatomácea, ambos tratamentos preventivos, bem como o expurgo com inseticida a base de fosfina como tratamento curativo. Tais tratamentos podem ser aplicados separadamente ou em combinação (EMBRAPA, 2015).

### 2.3 Qualidade dos grãos

A perda da qualidade dos grãos é considerada por diferentes aspectos. Os danos são determinados pelo percentual dos grãos danificados, proveniente do ataque de carunchos e/ ou traças, acarretando na perda de peso do grão, que varia de acordo com as características do cultivar. Essa perda pode ser identificada por meio de balanças de precisão, ou estimativa da perda do lote, pela redução do peso, tendo como base no percentual dos grãos danificados por insetos (SANTOS & OLIVEIRA, 1991).

O ataque dos insetos inicia pelo depósito do ovo na região do embrião, onde são desenvolvidas as larvas dentro da semente. Nas etapas de desenvolvimento, o caruncho do milho causa redução significativa do fator germinativo do grão, com a diminuição em função da idade do inseto dentro da semente (SANTOS; OLIVEIRA, 1991). Dessa forma, a infestação da praga no grão diminui o valor nutritivo do milho no período de armazenamento, demonstrado a partir do decréscimo do teor de carboidratos solúveis, bem como o aumento da proteína bruta e dos lipídios. Provavelmente, ocorre pela preferência dos insetos por se alimentarem mais do endosperma do que do embrião, mais rico em proteína e óleo. Portanto, os grãos de milho serão desclassificados pelo mau estado de conservação, presença de mofo e/ou fermentação, odores estranhos e ataque de insetos, que contribuem para afetar o odor e o sabor natural dos grãos.

A temperatura e a umidade do ambiente são fatores determinantes para a proliferação dos insetos e fungos no período de armazenamento. Grande parte das espécies de insetos e fungos reduz a atividade biológica em torno de 15°C. O processo de aeração dentro da estrutura contribui para manter uniforme a massa dos grãos armazenados. Além disso, outros aspectos também são importantes para a qualidade dos grãos como, a escolha das cultivares, a etapa da colheita no momento adequado, limpeza, entre outras práticas que contribuem para a prevenção de perdas (EMBRAPA, 2015).

#### **2.4 Tratamento com inseticidas em grãos de milho armazenados**

Os insetos-pragas são problemas constantes no armazenamento, constituindo o principal fator de perdas quantitativas e qualitativas dos grãos. Segundo estimativas da FAO aproximadamente 10% do volume produzido de grãos no Brasil são perdidos por danos decorrentes dos insetos (SANTOS, 2006; LORINI, 2015<sup>a</sup>).

De acordo com Santos (2006) as consequências do ataque dessas pragas podem ser consideradas sob diferentes aspectos, como a perda de peso dos grãos, perda do valor nutritivo, perda quanto à redução do padrão comercial, perda da qualidade por contaminação da massa de grãos e perdas provocadas por fungos.

Em vista disso, torna-se indispensável técnicas que controlem a presença e proliferação desses insetos-pragas durante a armazenagem. No Brasil, o uso de inseticidas na proteção de grãos de milho armazenados é a técnica de controle mais empregada. Tal controle pode, praticamente, ser dividido em dois métodos: tratamento preventivo (inseticidas químicos líquidos e inseticida natural à base de terra de diatomácea) e

tratamento curativo (expurgo com fumigantes). Sendo que esses métodos podem ser aplicados isoladamente ou em combinação (LORINI, 2015<sup>a</sup>; LORINI et al., 2015b; PIMENTEL et al., 2020).

O expurgo ou fumigação é denominado como tratamento curativo pois é uma técnica que deve ser realizada sempre que existir infestação, seja no lote, no silo ou no armazém. O inseticida indicado para expurgo de grãos é a fosfina. A eliminação da infestação é mediante o uso de gás, sendo esse introduzido no interior do lote de grãos e somente será efetivo se ficar neste ambiente em concentração letal para as pragas. Esse processo pode ser executado em diferentes locais desde que seja efetuada a vedação perfeita do local a ser expurgado. A fumigação é um método eficiente e barato, porém deve ser praticado somente por pessoas habilitadas (SANTOS, 2006; CRUZ, 2011; LORINI et al., 2015b; PIMENTEL et al., 2020).

Após os processos de beneficiamento e realização ou não do expurgo, os grãos podem passar pelo tratamento preventivo, que consiste na aplicação de inseticidas químicos líquidos ou inseticidas naturais, buscando a proteção contra o ataque dos insetos-pragas durante o armazenamento.

#### 2.4.1 Inseticidas químicos líquidos

Para Pimentel (2020) o controle preventivo com inseticidas químicos líquidos independe do tempo de armazenagem que o produtor pretende adotar, contudo, a adoção é recomendada, especialmente, caso o período de armazenagem ultrapasse 60 dias (LORINI et al., 2015b).

No momento em que os grãos se encontram na correia transportadora ou na tubulação de fluxo para o ensacamento ou carregamento dos grãos nos silos, os inseticidas líquidos são aplicados. O inseticida aplicado deve ser homogeneizado, de forma que toda massa receba o produto. A pulverização não pode ser realizada com a massa de grãos quente, logo após ter saído do secador, os grãos devem estar descansados (LORINI et al., 2015b).

Segundo Faroni e Silva (2006) os produtos químicos para controle de pragas armazenadas são os mais usados devido as facilidades para aplicação e da maior rapidez de ação. No entanto, os autores destacam algumas desvantagens decorrentes do emprego



de químicos, como riscos de resíduos e toxicidade, o controle não ser permanente, o custo dos inseticidas e equipamentos, e a resistência desenvolvidas pelos insetos.

#### *2.4.1.1 Actellic® 500 EC*

O inseticida Actellic® 500 EC é um concentrado emulsionável pertencente a classe inseticida de contato e fumigação, e seu ingrediente ativo é o pirimifós-metílico. Encontra-se na categoria 5 da classificação toxicológica, ou seja, é um produto improvável de causar dano agudo. Quanto a classificação do potencial de periculosidade ambiental, está classificado em II, produto muito perigoso ao meio ambiente (SYNGENTA, 2021).

Pertence ao grupo químico dos organofosforados, que agem no sistema nervoso central do inseto, inibindo a enzima acetilcolinesterase (AChE). Essa enzima é responsável pela hidrólise do neurotransmissor acetilcolina (Ach), quando ocorre sua inibição há uma maior permanência da acetilcolina nas fendas sinápticas, intensificando a transmissão do impulso nervoso e impedindo a despolarização da célula. Em consequência, ocorre a paralisia da musculatura lisa e esquelética do inseto, culminando em morte (COUTINHO et al., 2005; ACTELIC® 500 EC, 2021).

#### *2.4.1.2 Starion®*

Starion® é um concentrado emulsionável e classificado como inseticida de contato e ingestão, sendo o ingrediente ativo a bifentrina. Sua classificação toxicológica é a categoria 4, referindo-se a um produto pouco tóxico. Quanto a classificação do potencial de periculosidade ambiental adequa-se a classe II, produto muito perigoso ao meio ambiente (STARION®, 2020).

Pertence ao grupo químico piretróide tipo I, que não possui um grupo ciano substituído na posição alfa. O mecanismo de ação compreende a interação com os canais de sódio das membranas de células nervosas, causando descargas neuronais repetidas e um período maior para repolarização. Isto prolonga a corrente de sódio durante o potencial de ação, e resulta em uma hiperexcitação de células nervosas e musculares, resultando na morte do inseto (STARION®, 2020).

#### 2.4.2 Terra de diatomácea

A terra de diatomácea (TA) é um inseticida natural, sendo um pó inerte oriundo de algas diatomáceas fossilizadas, podendo ser de origem marinha ou de água doce, cujo principal ingrediente é o dióxido de sílica. Seu modo de ação é físico, uma vez que a sílica tem a capacidade de desidratar os insetos. Quando esses entram em contato com a TA, as partículas porosas absorvem a camada cerosa da cutícula, resultando em dessecação e morte em um período variável de um a sete dias, a depender da espécie-praga (LORINI, 2010; RIBEIRO, 2010; LORINI, et al., 2002; MONTAZAVI, et al., 2020; CRUZ, 2011).

A utilização desse pó inerte apresenta vantagens em relação aos inseticidas convencionais: não promove resistência em insetos, não deixam resíduos tóxicos nos grãos, longo efeito residual, não contaminam o meio ambiente, entre outros (LORINI, 2010; PINTO JÚNIOR, 2008). No entanto a TA pode apresentar algumas desvantagens como a possibilidade de diminuição do peso hectolitro, redução da fluidez durante carga e descarga, e pode causar pneumoconiose nos pulmões devido à poeira gerada caso não seja aplicada a dosagem correta (SUBRAMANYAM e ROESLI, 2000; MERGET et al., 2002 apud ERTÜRK et al. 2020).

Para ser aplicado comercialmente a TA passa pelo processo de extração, secagem e moagem do material fóssil, o qual resulta em pó seco, de fina granulometria. No Brasil existem quatro produtos comerciais à base de terra de diatomáceas, Insecto<sup>®</sup>, Keepdry<sup>®</sup>, Keepdry ORG<sup>®</sup> e Silicon Protect<sup>®</sup>, esses estão registrados como inseticidas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e são recomendados para controle de pragas em grãos armazenados (LORINI, 2010; AGROFIT, 2022; CRUZ, 2011).

##### 2.4.2.1 Insecto<sup>®</sup>

O INSECTO<sup>®</sup> é um inseticida recomendado para o controle do *Sitophilus oryzae*, *Rhizopertha dominica* e *Corcyra cephalonica* utilizado em toda cultura presente. Normalmente, é aplicado aos silos, graneleiros e armazéns convencionais anteriormente ao armazenamento dos grãos, seguida da limpeza do local e durante a entrada dos grãos. Após a limpeza do local de armazenamento, aplica-se o produto nas paredes interna da

unidade, em uma dosagem aproximada de 500 g/ 100 m<sup>2</sup>, com auxílio da polvilhadeira ou pelo sistema de aeração (INSECTO®, 2020).

Para garantir a eficácia do inseticida para o manejo de pragas agrícolas, é recomendado uma série de diretrizes que auxiliam na prevenção, além de retardar e reverter a evolução da resistência. Normalmente, o manejo dos inseticidas segue algumas regras, como rotacionar produtos com mecanismo de ação distintos para praga alvo. Ao aplicar o INSECTO® ou outro produto com mesmo grupo químico, deve-se atribuir um intervalo de aplicação por aproximadamente 30 dias, aplicados nas fases mais suscetíveis das pragas serem controladas. É recomendável consultar um profissional responsável para o direcionamento das estratégias de manejo de resistência e demais orientações técnicas na aplicação do inseticida (INSECTO®, 2020).

## **2.5 Instrução Normativa 60/2011**

A classificação de grãos dispõe da Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000, regulamentada pelo Decreto nº 6.268, de 22 de novembro de 2007, que determina como obrigatória a classificação quando os produtos são diretamente destinados à consumo humano, operações de compra e venda do poder público e nos portos, aeroportos e postos de fronteira, quando da importação (ABIOVE, 2019).

Refere-se a uma etapa importante da comercialização dos produtos de origem vegetal, visto que garante a qualidade que o produto apresenta. Tal qualidade é baseada em análises específicas e por comparação entre os padrões do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a amostra em estudo (SAMPAIO, 2016). Alencar et al., (2009) destaca que a qualidade dos grãos é um fator expressivo para comercialização e processamento, podendo afetar o valor do produto.

De acordo com o Senar (2017) classificar grãos é determinar as qualidades de um produto vegetal, de seus subprodutos e resíduos de valor econômico, baseando nos padrões oficiais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), ou seja, é a identificação de um produto em grupo (consistência e formato), classe (coloração) e tipo (qualidade).

A classificação do milho segue o que prevê a Instrução Normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011. Tendo por finalidade definir o padrão oficial de classificação do milho (grãos provenientes da espécie *Zea mays* L., não se aplicando ao milho pipoca),

considerando seus requisitos de identidade e qualidade, amostragem, modo de apresentação e a marcação ou rotulagem (BRASIL, 2011).

O artigo 3º, da IN 60/2011, explana sobre as definições dos defeitos dos grãos do milho (carunchados e avariados), e acerca de outros parâmetros (grãos quebrados, impurezas, matérias estranhas, umidade, entre outras). Todos os defeitos se referem a grãos ou pedaços de grãos. São determinados como carunchados aqueles que se apresentam atacados por insetos pragas de grãos armazenados em qualquer fase evolutiva. Avariados são aqueles que se apresentam ardidos, chochos ou imaturos, fermentados, germinados, gessados e mofados. (BRASIL, 2011). Ardidos são os que apresentam escurecimento total, por ação do calor, umidade ou fermentação avançada; chocos ou imaturos são aqueles desprovidos de massa interna por desenvolvimento fisiológico incompleto; fermentados são os que constam com escurecimento parcial do germe ou do endosperma; germinados, aqueles que apresentam início visível de germinação; gessados, aqueles que manifestam coloração entre esbranquiçado e opaco, mostrando em seu interior cor e aspecto de gesso (farináceo); mofado, aqueles que apresentam mofo ou bolor visíveis a olho nu (BRASIL, 2011; SENAR, 2017).

As análises e classificações são efetuadas a partir de amostras de, no mínimo, 1 kg obtidas nos lotes de grãos de milho. Destas, retira-se a amostra de trabalho, sendo indicado no mínimo 250 gramas de grãos para a classificação. Do restante da amostra, tem-se uma subamostra para determinação da umidade, que consoante a IN 60/2011, deve ser de no máximo 14%. Para realizar a separação das matérias estranhas e impurezas e dos grãos quebrados utiliza-se um conjunto de peneiras, de crivos circulares de 5 e 3 mm de diâmetro e uma peneira fechada como fundo. As matérias estranhas e impurezas que ficam retidas nas peneiras de 5 e 3 mm são catadas manualmente e pesadas juntas com aquelas presentes na bandeja. Grãos quebrados são aqueles retidos na peneira de 3 mm. Os defeitos são separados manualmente a partir da porção retida na peneira de 5mm. Em seguida, são pesados isoladamente e convertidos em percentual para enquadramento do produto em Tipo, de acordo com os limites máximos de tolerância (Tabela 1), podendo ser considerados como Fora de Tipo ou Desclassificado (BRASIL, 2011).

Tabela 1 – Limites máximos de tolerância expressos em percentual (%)

<i>Enquadramento</i>	<i>Grãos Avariados Ardidos</i>	<i>Total Grãos Avariados</i>	<i>Grãos Quebrados</i>	<i>Matérias Estranhas e Impurezas</i>	<i>Carunchados</i>
<i>Tipo 1</i>	1,00	6,00	3,00	1,00	2,00
<i>Tipo 2</i>	2,00	10,00	4,00	1,50	3,00
<i>Tipo 3</i>	3,00	15,00	5,00	2,00	4,00
<i>Fora de Tipo</i>	5,00	20,00	> 5,00	> 2,00	8,00

Fonte: IN 60/2011 MAPA (BRASIL,2011).

Durante o processo de classificação os resultados adquiridos são anotados no Laudo de Classificação, documento que garante a qualidade intrínseca e extrínseca do produto transportado e armazenado, o livre trânsito pelo país e o prazo de validade do produto. A classificação será realizada uma única vez, sob condição do produto manter sua qualidade e identidade (SENAR, 2017).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização**

O experimento foi conduzido no Laboratório de de Grãos Armazenados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo em Sete Lagoas – Minas Gerais, no período de 17 de dezembro de 2020 até o dia 13 de dezembro de 2021.

#### **3.2 Grãos de milho e beneficiamento**

Foi utilizado um lote homogêneo de grãos de milho oriundos do campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, totalizando 460 kg. O lote de grãos foi dividido em dois sub-lotes de aproximadamente 230 kg, que foram submetidos separadamente ao beneficiamento em uma mesa densimétrica, marca CASP, modelo S-25, com formato retangular com fluxo de ar por insuflação, equipada com dois ventiladores e capacidade nominal de 1,25 ton.ha<sup>-1</sup>. A mesa densimétrica continha três saídas, que dividiam os grãos em três frações. Na primeira fração se concentravam os grãos e partículas mais leves (baixa massa específica), na saída central os grãos com massa específica média e na última saída os grãos mais densos (maior massa específica) (Figura 1). Nos ensaios foram utilizados três categorias ou classes de grãos, sendo: (i) grãos sem beneficiamento, na sua condição original, (ii) os grãos mais leves, com menor densidade, e (iii) os grãos mais densos, com objetivo de se obter maior contraste entre os tratamentos. Os grãos destas três categorias foram separados e identificados em sacarias com aproximadamente 20 quilos, para realização dos tratamentos.

Figura 1 - Mesa densimétrica utilizada para beneficiamento e saídas utilizadas para separação das categorias em função da densidade dos grãos de milho.



Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.

### 3.3 Tratamento com inseticidas

Os inseticidas utilizados para tratamento dos grãos compreendiam três classes de princípios ativos, sendo um piretróide (Starion® 25 CE), um organofosforado (Actellic® 500 EC) e um pó inerte inorgânico a base de terra de diatomáceas (Insecto®) (Tabela 2), todos registrados e recomendados para aplicação em grãos de milho armazenado (AGROFIT, 2022). Foram utilizadas dosagens recomendadas pelos fabricantes, sendo de  $1,0 \text{ kg ton}^{-1}$  para Insecto® e  $16 \text{ mL ton}^{-1}$  para os inseticidas Actellic® e Starion®.

Tabela 2. Inseticidas protetores registrados no MAPA controle de insetos-praga que causam danos em grãos de milho armazenado no Brasil.

Marcas Comerciais	Ingrediente ativo e grupo químico	Titular do registro	Formulação	C. A.*	C. T.*
Starion 25 CE	Bifentrina (piretróide)	Bequisa Indústria Química do Brasil Ltda.	EC Concentrado Emulsionável	II	III
Actellic 500 EC	Pirimifós Metílico (organofosforado)	Syngenta Proteção De Cultivos Ltda.	EC Concentrado Emulsionável	II	III
Insecto	Terra diatomácea (inorgânico)	Bequisa Indústria Química Do Brasil Ltda.	DP - Pó Seco	IV	-

\*C.A. = Classificação Ambiental; C. T. Classificação Toxicológica

As caldas foram preparadas para cada inseticida isoladamente, utilizando água destilada, e os grãos foram tratados via pulverização, utilizando-se atomizador manual, com vazão de calda igual a  $20,7 \text{ L h}^{-1}$ . O atomizador foi calibrado em teste preliminar, em uma superfície de  $1,0 \text{ m}^2$  de área com 10 kg de grãos de milho, ajustando-se o volume de 2,0 mL de calda para cada quilo de grãos de milho, fornecendo volume de calda aplicado de  $1,0 \text{ L ton}^{-1}$ . Para a pulverização os grãos, de cada tratamento, foram distribuídos uniformemente em uma lona plástica sob superfície plana, de modo a se obter uma camada uniforme.

Após realizado o procedimento, os grãos foram pulverizados a 20 cm de altura da massa de grãos, em local protegido do vento. Em seguida, os grãos foram homogeneizados por agitação manual, por dois minutos, aguardou-se um período para secagem do produto e posteriormente os mesmos foram acondicionados em sacarias com identificação de cada tratamento. O tratamento com o inseticida a base de terra de diatomáceas foi realizado aplicando-se volume correspondente à dosagem recomendada de  $1,0 \text{ kg ton}^{-1}$ , diretamente sobre os grãos, que foram homogeneizados em sacaria de ráfia, por meio de agitação manual por cerca de um minuto. As avaliações correspondentes ao tempo inicial foram realizadas logo após o tratamento com os inseticidas.

O experimento foi composto por oito tratamentos (Tabela 3), aplicados em dois sub-lotes de grãos de milho submetidos ao beneficiamento na mesa densimétrica (2



repetições), constituído por três categorias de grãos (sem beneficiamento, grãos densos e grãos leves) e três tipos de inseticidas protetores (Actellic, Starion e Insecto).

Tabela 3 – Tratamentos com inseticidas e beneficiamento.

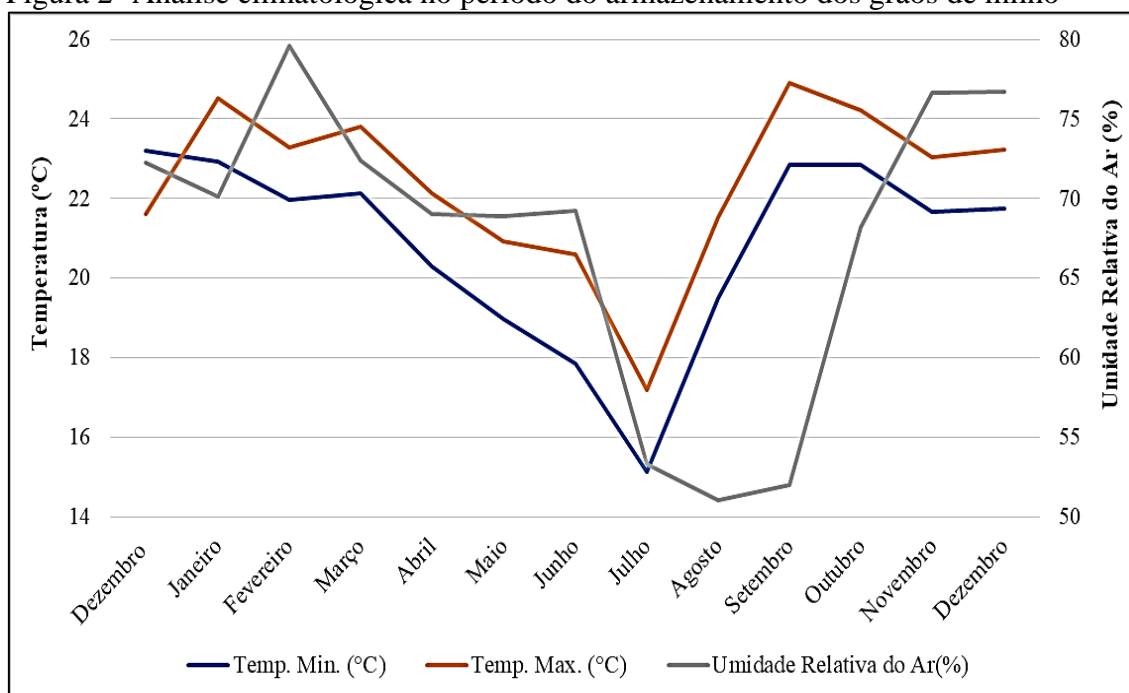
Tratamentos
T1 - Grãos sem beneficiamento e sem controle químico
T2 - Grãos sem beneficiamento e com inseticida Actellic
T3 - Grãos densos e sem controle químico
T4 - Grãos densos e com inseticida Actellic
T5 - Grãos densos e com inseticida Insecto
T6 - Grãos densos e com inseticida Starion
T7 - Grãos leves e sem controle químico
T8 - Grãos leves e com inseticida Actellic

### 3.4 Armazenamento

Após o beneficiamento dos grãos, aplicação de inseticidas e separação dos tratamentos, os grãos de cada tratamento foram mantidos em sacaria de ráfia sob estrado de madeira e armazenados em um galpão arejado, não climatizado, sob condições de temperatura e umidade relativa do ar ambiente (Figura 2). O período de armazenamento teve início em 17 de dezembro de 2020, sendo mantido até o dia 13 de dezembro de 2021.

Na região de Sete Lagoas-MG no período de dezembro de 2020 à dezembro de 2021 as temperaturas máxima e mínima foi de 24,9°C (setembro de 2021) e 15,1°C (julho de 2021), respectivamente. Já a umidade relativa do ar teve a máxima de 79,7% em fevereiro de 2021 e mínima de 68,3% em outubro de 2021 (INMET).

Figura 2- Análise climatológica no período do armazenamento dos grãos de milho



Fonte: Autora, 2022.

### 3.4. Parâmetros qualitativos avaliados

Com o objetivo de testar a hipótese levantada no trabalho, foram efetuadas avaliações de parâmetros qualitativos dos grãos armazenados, com periodicidade mensal, quando foram mensurados o conteúdo de água dos grãos (%), peso volumétrico ou massa específica aparente ( $\text{kg m}^{-3}$ ) e realizada a classificação física dos grãos. Para isso os grãos acondicionados nas sacarias foram amostrados e retirada uma amostra de no mínimo 1000 g para posterior análise dos parâmetros qualitativos.

O conteúdo de água dos grãos também foi determinado, inicialmente (tempo zero), após a homogeneização e redução das amostras de cada parcela e mensalmente até o final do período de armazenamento, seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

O peso volumétrico ou massa específica aparente foi determinado a partir da amostra coletada inicialmente (1000 g) e mensalmente até o final do período de armazenamento, utilizando-se um kit para determinação do peso volumétrico (densidade) dos grãos (Marca Gehaka®) com capacidade de um litro de grãos, e os resultados foram expressos em  $\text{kg m}^{-3}$ , conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A classificação física dos grãos foi executada seguindo o Regulamento Técnico do Milho, estabelecida como Instrução Normativa nº 60 de 22 de dezembro de 2011, que define o padrão oficial da classificação do milho (BRASIL, 2011).

Para tal atividade foram utilizados os seguintes equipamentos: conjunto de duas peneiras (crivos circulares de 5 e 3 milímetros de diâmetro e fundo), pinça, balança analítica, alicate cortador de grãos, recipiente para acondicionar os grãos defeituosos, luminária de mesa, mesa de classificação.

As amostras previamente coletadas e identificadas foram homogeneizadas e reduzidas para amostras de trabalho com no mínimo 250g, foram despejadas no conjunto das duas peneiras sobrepostas, e peneiradas por 30 segundos. Primeiramente, separam-se manualmente as matérias estranhas e impurezas (grãos ou sementes de outras espécies vegetais, insetos mortos, colmos, pedaço de sabugo, entre outros) retidas nas peneiras de 5 mm, 3 mm e no fundo. Em seguida, todos os pedaços de grãos contidos na peneira de 3 mm são classificados como grãos quebrados. Todo material separado foi pesado, e o peso convertido em percentual, de acordo com o peso da amostra de trabalho limpa. Os pedaços de grãos que permaneceram na peneira de 5 mm, quando sadios, são considerados como grãos normais.

Aferiu-se o peso da amostra que ficou retida na peneira de 5 mm, denominada amostra limpa, e logo após os grãos foram classificados. Para a determinação dos defeitos do milho são separados os grãos avariados (ardidos, chochos ou imaturos, fermentados, germinados, gessados e mofados) e os grãos carunchados. Os defeitos foram pesados isoladamente e anotados, depois foram feitas as transformações dos valores em percentual utilizando a fórmula:  $\text{valor em \%} = \text{peso do defeito (g)} \times 100 / \text{peso da amostra limpa}$ . Tal conversão se faz necessária para posterior enquadramento em Tipo.

Para avaliação da qualidade dos grãos submetidos aos diferentes tratamentos e ao tempo de armazenagem, os grãos defeituosos foram agrupados considerando-se o total de avariados para cada tratamento e período de armazenamento. O total de avariados consiste do somatório das seguintes classes de defeitos: mofado, ardido, fermentado, germinado, carunchado, chocho ou imaturo e gessado (BRASIL, 2011).

### **3.5. Delineamento experimental e procedimento estatístico**

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 8x2x12, sendo 8 tratamentos (Tabela 3), 2

repetições (2 sub-lotes beneficiados) e 12 períodos (meses) de armazenamento. Os dados de conteúdo de água, massa específica aparente, total de avariados, grãos carunchados, impurezas e grãos quebrados foram submetidos à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software SAS (SAS, INSTITUTE, 2002). Os dados também foram submetidos ao teste do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Conteúdo de água**

O conteúdo de água dos grãos durante o período de armazenagem variou significativamente ( $F_{95,191}=16,83$ ;  $P<0,0001$ ), o que revelou efeito significativo dos tratamentos, tempo de armazenamento (tempo) e interação tratamento x tempo (Tabela 4).

A partir do teste de médias (Tabela 4) é possível observar tendência de decréscimo do conteúdo de água com o incremento do tempo de armazenagem, fato que pode ser explicado devido ao equilíbrio higroscópico entre os grãos e as condições ambientais do local onde os grãos estavam estocados, o que pode ser demonstrado na Figura 2. A umidade relativa do ar e a temperatura variam muito ao longo do tempo e os grãos perdem ou ganham umidade de acordo com a alta ou baixa umidade relativa do ar.

Com relação aos tratamentos o conteúdo de água apresentou certa homogeneidade, exceto com o tratamento 5 - grãos densos e com inseticida Insecto (Terra de Diatomácea) – que reduziu significativamente. Essa diminuição no conteúdo de água valida com os resultados obtidos por Ceruti et al. (2008), que constataram diminuição de 11% em grãos tratados com o inseticida, reduzindo de 10,2 para 9,5% em grãos armazenados com temperatura ambiente de 25 e 30 °C, respectivamente. É exposto que no tratamento controle ocorreu aumento de umidade, mostrando que a terra de diatomácea mantém baixo este valor.

Tabela 4. Parâmetros qualitativos dos grãos armazenados submetidos aos oito tratamentos e período de armazenagem prolongado.

Tratamentos	Total					
	Umidade	PV	Avariados	Carunchados	Impurezas	Quebrados
1	11,6 bc	776,69 d	4,01 b	1,11 b	0,14 a	0,33 a
2	11,8 ab	794,46 c	3,78 bc	0,47 b	0,08 abc	0,21 b
3	11,9 ab	808,04 b	3,11 d	0,78 b	0,03 c	0,02 c
4	11,9 ab	817,51 a	3,28 cd	0,41 b	0,03 c	0,02 c
5	10,8 d	752,20 e	3,08 d	0,37 b	0,05 c	0,01 c
6	11,9 ab	815,54 a	3,32 cd	0,45 b	0,03 c	0,01 c
7	11,6 bc	757,15 e	5,03 a	5,43 a	0,12 abc	0,25 b
8	11,5 c	778,06 d	4,64 a	0,66 b	0,07 bc	0,18 b

Tempo (meses)	Total					
	Umidade	PV	Avariados	Carunchados	Impurezas	Quebrados
0	12,8 a	803,8 a	2,72 f	0,23 a	0,06 a	0,08 a
1	12,3 b	789,1 bc	3,11 ef	0,32 a	0,05 a	0,10 a
2	12,5 ab	785,4 bc	3,53 cde	0,39 a	0,05 a	0,15 a
3	12,3 b	784,5 c	3,81 bcd	0,54 a	0,07 a	0,15 a
4	11,8 c	783,6 c	4,13 abc	0,63 a	0,07 a	0,16 a
5	11,4 de	784,7 c	4,41 abc	0,87 a	0,08 a	0,17 a
6	11,6 cd	784,4 c	4,04 abcd	1,04 a	0,07 a	0,13 a
7	11,1 ef	788,0 bc	4,58 a	1,34 a	0,09 a	0,11 a
8	10,4 g	794,5 ab	3,72 cde	1,94 a	0,09 a	0,11 a
9	10,8 f	789,2 bc	3,45 de	1,94 a	0,07 a	0,12 a
10	11,3 de	779,7 c	3,89 bcd	2,90 a	0,07 a	0,11 a
11	11,3 de	782,6 c	3,96 abcd	2,38 a	0,07 a	0,14 a

\*As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## **4.2 Massa específica aparente**

A massa específica aparente ou peso volumétrico (PV) variou significativamente ( $F_{95,191}=20,58$ ;  $P<0,0001$ ), com efeito significativo dos tratamentos aplicados, do tempo de armazenamento e da interação tratamento x tempo (Tabela 4).

A massa específica aparente apresentou tendência de redução durante o tempo de armazenamento, apresentando média inicial de 803,8 Kg/m<sup>3</sup> e de 782,6 Kg/m<sup>3</sup> ao final do período de armazenamento. A massa específica aparente está intimamente relacionada com a integridade biológica dos grãos, demonstrando uma medida de densidade dos grãos. Durante o período de armazenamento ocorre o consumo de nutrientes, geralmente em decorrência do metabolismo dos grãos (processo respiratório) e dos organismos associados que colonizam os grãos, como insetos e fungos, provocando redução na massa específica aparente (ROMBALDI, 1988; DIONELLO, 2000; ELIAS, 2002, 2008 apud Filho et al, 2011).

Entre os tratamentos nota-se certa estabilidade da massa específica aparente nos tratamentos com beneficiamento (tratamentos 4 e 6 – grãos densos e com inseticida Actellic e grãos densos e com inseticidas Starion, respectivamente). Entretanto, a massa específica aparente apresenta tendência de redução nos tratamentos sem beneficiamento ou sem aplicação de inseticidas protetores, tal resultado pode ser possível devido a maior presença de insetos nestes tratamentos.

## **4.3 Total de grãos avariados**

O percentual total de grãos avariados variou significativamente ( $F_{95,191}=5,84$ ;  $P<0,0001$ ) com efeito significativo entre os tratamentos aplicados, tempo de armazenamento e a interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento (Tabela 4).

Ao longo do tempo o percentual total de grãos avariados demonstrou tendência de aumento médio constante até o sétimo mês de amostragem, com tendência de estabilização após os 274 dias, o que provavelmente pode ser devido a problemas climáticos ou amostral, na retirada de grãos nas parcelas.

Em relação aos tratamentos observa-se aumento no total de avariados nos tratamentos 1, 7 e 8 (grãos sem beneficiamento e sem controle químico, grãos leves e sem controle químico e grãos leves e com inseticida Actellic, respectivamente), comprovando que quando o beneficiamento e a aplicação de inseticidas são associados em grãos armazenados, a probabilidade de êxito na conservação da qualidade física dos grãos é elevada.

#### **4.4 Grãos carunchados**

O percentual de grãos carunchados variou significativamente ( $F_{95,191}=2,44$ ;  $P<0,0001$ ) entre os tratamentos aplicados, tempo de armazenamento e a interação entre os dois fatores (tratamentos e tempo) (Tabela 4).

O percentual de grãos carunchados apresentou tendência de aumento com o tempo de armazenamento, porém não apresentou diferença significativa quando analisados os tratamentos, agrupados os períodos de armazenamento, ou o período de armazenamento, quando agrupados os tratamentos. Em seu trabalho sobre as características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento, Antunes et al. (2011) constataram a maior média de grãos carunchados ao final dos 120 dias de armazenamento, consequência desde período existir o maior número de insetos adultos de *S. zeamais* em virtude da emergência de uma segunda geração em relação à população inicial.

Entre os tratamentos observou-se maiores médias de carunchados nos tratamentos sem inseticidas, destacando o 1 e 7 (grãos sem beneficiamento e sem controle químico e grãos leves e sem controle químico, respectivamente). Os grãos do tratamento 3 – grãos densos e sem controle químico - apesar de não terem sido tratados com inseticidas não apresentaram alto percentual de carunchados, evidenciando vantagem ao se realizar o beneficiamento pela mesa densimétrica.

#### **4.5 Impurezas e grãos quebrados**

O percentual de impurezas não variou significativamente ( $F_{95,191}=1,35$ ;  $P=0,0718$ ), ao contrário do percentual de grãos quebrados ( $F_{35,191}=5,74$ ;  $P<0,001$ ), com



variação significativa dada ao efeito dos tratamentos aplicados, entretanto para tempo de armazenamento e interação tratamento x tempo a análise não foi significativa.

As médias das impurezas e dos grãos quebrados em relação ao tempo não apresentaram diferenças significativas, esses dados são justificados pois não houve uma operação que retirasse ou introduzisse mais ou menos impurezas nas sacarias, tão poucas ações nas sacarias que acarretassem na quebra dos grãos de milho.

Acerca dos tratamentos nota-se uma maior porcentagem de impurezas e grãos quebrados nos tratamentos 1 e 7 (grãos sem beneficiamento e sem controle químico e grãos leves e sem controle químico, respectivamente) exatamente os mesmos tratamentos que apresentaram maior porcentagem de carunchados. Segundo Antunes et al. (2011) e Caneppele et al. (2003) quanto maior o número de infestação dos grãos, maior o número de fragmentos e resíduos no produto final. Em estudos realizados por Schropfer et al. (2018) observou-se que os grãos submetidos ao manejo de pré-limpeza tiveram menor teor de grãos quebrados em comparação com os outros.

#### **4.7 Teste de correlação**

De acordo com o coeficiente de correlação de Pearson (Tabela 5) observou-se que existe correlação negativa, porém não significativa entre o tempo de armazenamento e massa específica aparente.

Tabela 5. Estimativas das correlações de Pearson (r) entre as variáveis analisadas em grãos de milho do experimento.

Variáveis	Tempo	PV	Umidade	Carunchado	Impureza	Quebrado	T. Avariado
Tempo	1						
PV	-0,1026 0,1568	1					
Umidade	-0,7011 <.0001	0,3904 <.0001	1				
Carunchado	0,2672 0,0002	-0,4415 <.0001	-0,2316 0,0012	1			
Impureza	0,0706 0,3306	-0,3874 <.0001	-0,1771 0,0140	0,5204 <.0001	1		
Quebrado	0,0202 0,7806	-0,3949 <.0001	-0,0307 0,6729	0,3249 <.0001	0,6140 <.0001	1	
T. Avariado	0,2437 0,0007	-0,3572 <.0001	-0,2161 0,0026	0,2703 0,0001	0,3296 <.0001	0,4951 <.0001	1

As variáveis conteúdo de água e tempo de armazenamento indicaram correlação significativa e negativa ( $r=-0,7011$ ;  $P<0,0001$ ) e existe correlação significativa e positiva entre umidade e peso volumétrico ( $r=0,3904$ ;  $P<0,0001$ ). Isto significa que quanto maior o tempo de armazenamento menor será a umidade, enquanto a relação entre umidade e peso volumétrico é sinérgica.

As análises de correlação entre carunchado e peso volumétrico e carunchado e umidade apresentaram correlação significativa e negativa ( $r=-0,4415$ ;  $P<0,0001$  e  $r=-0,2316$ ;  $P=0,0012$  respectivamente). As variáveis percentual de carunchados e tempo de armazenamento demonstraram correlação significativa e positiva ( $r=0,2672$ ;  $P<0,0001$ ).

Correlação negativa e significativa foi observada entre total de avariados e peso volumétrico e total de avariados e umidade ( $r=-0,3572$ ;  $P<0,0001$  e  $r=-0,2161$ ;  $P=0,0026$  respectivamente). Em contrapartida total de avariados e tempo de armazenamento, total de avariados e carunchados, total de avariados e impureza, total de avariados e quebrados apresentaram correlação positiva e significativa ( $r=0,2437$ ;  $P=0,0007$ ,  $r=0,2703$ ;  $P=0,0001$ ,  $r=0,3296$ ;  $P<0,0001$  e  $r=0,4951$ ;  $P<0,0001$  respectivamente).

## **5 CONCLUSÕES**

Ao longo do período de armazenagem os grãos reduzem sua qualidade e massa específica aparente, especialmente nos tratamentos sem uso de inseticidas protetores.

Em geral os tratamentos com inseticidas e grãos de altas densidades apresentaram os melhores resultados, em relação à manutenção de qualidade dos grãos, para todas as variáveis em comparação aos demais tratamentos.

Os tratamentos 1 e 7 – grãos sem beneficiamento e sem controle químico e grãos leves e sem controle químico – apresentaram maiores porcentagens de total de avariados, grãos carunchados, impurezas e grãos quebrados.

O armazenamento de grãos de milho sem tratamento com inseticidas e separação de defeituosos, como quebrados e grãos de baixa massa específica, reduz a qualidade dos grãos ao longo do tempo, devido ao aumento dos danos causados por insetos e microrganismos, da incidência de grãos danificados e do teor de impurezas, desvalorizando os grãos comercialmente.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Manual de boas práticas de classificação de Soja. 2019. Disponível em: < [https://abiove.org.br/wp-content/uploads/2019/05/08022018-122719-manual\\_de\\_boas\\_práticas\\_de\\_classificacao\\_de\\_Soja\\_05\\_02\\_web\\_compressed.pdf](https://abiove.org.br/wp-content/uploads/2019/05/08022018-122719-manual_de_boas_práticas_de_classificacao_de_Soja_05_02_web_compressed.pdf)>. Acesso em: 04/09/2022.

ACTELIC® 500 EC. Inseticida Syngenta. 2021. Disponível em: < <https://www.syngenta.com.br/product/crop-protection/inseticidagraos-armazenados/actelic-500-ec>>. Acesso em: 04/09/2022.

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 04/09/2022.

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; FILHO, A. F. L.; PETERNELLI, L.A.; COSTA, A. R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.5, 2009.

ANTUNES, L. E. G.; VIEBRANTZ, P. C.; Gottardi, R.; DIONELLO, R. G. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.15, n.6, p.615–620, 2011.

BAPTISTA, G. C. de; TREVIZAN, L. R. P. Resíduos agrotóxicos podem constituir barreira à exportação. *Revista Visão Agrícola*, v. 7, p. 70-71, jan./jun. 2007.

BRASIL. Instrução Normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico do Milho. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, n. 246, 23 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, 2009. 399 p.

CAMPOS, T. B. de Pragas dos grãos armazenados. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 12., 2005. Ribeirão Preto: Anais. Ribeirão Preto: Instituto Biológico, 2005. p. 7-19.

CANEPPELE, M. A. B.; CANEPPELE, C.; LÁZZARI, F. A.; LÁZZARI, S. M. N. Correlation between the infestation level of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae) and the quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v.47, n.4, p.625-630, 2003.

CERUTI, F. C.; LAZZARI, S. M. N.; LAZZARI, F. A.; PINTO JUNIOR, A. R. Efficacy of diatomaceous earth and temperature to control the maize weevil in stored maize. *Scientia agraria*, v.9, n.1, p.73-78, 2008.

COUTINHO, C. F. B.; TANIMOTO, S. T.; GALLI, A.; GARBELLINI, G. S.; TAKAYAMA, M.; AMARAL, R. B.; MAZO, L. H.; AVACA, L. A.; MACHADO, S. A. S. Pesticidas: Mecanismo de ação, degradação e toxidez. Pesticidas. Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, v.15, n.1, p.65-72, 2005.

CRUZ, J. C. et al. Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 338p.

DALPASQUALE, V. A. Procedimentos essenciais de recepção e limpeza de grãos. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). Armazenagem de grãos. Campinas: Instituto BioGeneziz, 2002.

ERTÜRK, S.; ATAY, T.; TOPRAK, U.; ALKAN, M. The efficacy of different surface applications of wettable powder formulation of Detech® diatomaceous Earth Against the rice weevil, *Stophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Elsevier. Journal of Stored Products Research. Turquia, 2020.

EVANS, D. E. The biology of stored products Coleoptera. In: AUSTRALIAN DEVELOPMENT ASSISTANCE COURSE ON THE PRESERVATION OF STORED CEREALS, 1., 1981, Canberra. Proceedings... Canberra: CSIRO, 1981. p.149-85.

EMBRAPA. Cultivo do Milho. 9ª edição. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2015.

FARONI, L. R. D'A.; HELENO, F. F.; ÁVILA, M. B. R. Resíduos de pesticidas em grãos no Brasil. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 6., 2014, Maringá. Anais. Londrina: ABRAPÓS, 2014. p. 44-52.

FARONI, L. R. A.; SOUSA, A. H. Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. In: ALMEIDA, F. A. C.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C. Tecnologia de armazenagem em sementes. Campina Grande: UFCG, 2006. p. 371-402.

FARONI, L. R. D.; SILVA, J. S. Manejo de Pragas no Ecosistema de Grãos Armazenados. In: Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas. Viçosa, 2008. Cap. 15, p. 371-404.

FILHO, E. F.; ANTUNES, L. E. G.; GOTTARDI, R.; DIONELLO, R.G. Avaliações físicas e tecnológicas de grãos de milho submetidos à secagem intermitente em três temperaturas do ar e secagem e posteriormente armazenado por nove meses. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 17, n.2, p. 173-181, 2011.

GALVÃO, J. C. C.; BOREM, A.; PIMENTEL, M. A. Milho do plantio a colheita. 2ª ed. Atual e simplificada. Viçosa: Ed UFV, 2017. 382p.

GUEDES, R. N. C.; PICANÇO, M. C.; PEREIRA, E. J. G.; SILVA, E. M.; SILVA, G. A.; SOARES, F. F. Características dos principais grupos de inseticidas e acaricidas. In: ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; JESUS JÚNIOR, W. C. (Ed.). Produtos fitossanitários (fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p. 489-518

INSECTO<sup>®</sup>. Inseticida. 2020. 7p. Disponível em: <<https://bequisa.com.br/wp-content/uploads/sites/83/2020/07/insecto-bula-v003-20-1-3.pdf>>. Acesso em: 04/09/2022.

LOECK, A. E. Pragas de produtos armazenados. Pelotas: EGUFPEL, 2002. 113 p.

LORINI, I. Principais Pragas e Métodos de Controle em Sementes durante o Armazenamento – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja. Circular Técnica, 73. 2010.

LORINI, I. Perdas anuais em grãos armazenados chegam a 10% da produção nacional. Visão Agrícola nº 13, 2015a.

LORINI, I. et al. Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas. Brasília, DF: Embrapa Soja, 2015b. 84p.

LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. Armazenagem de Grãos. Campinas, SP: Instituto Biogeneziz, 2002. 1000 p.

LORINI, I. Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO, 2008. v. 2. p. 71.

LORINI, I.; COLLINS, P. J.; DAGLISH, G. J.; NAYAK, M. K.; PAVIC, H. Detection and characterisation of strong resistance to phosphine in Brazilian *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae). *Pest Management Science*, v. 63, n. 4, p. 358-364, 2007.

LORINI, I. Manejo integrado de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M.; FARONI, L. R. D. (Ed.). Armazenagem de grãos. Jundiaí: IBG, 2018. p. 659-692.

LORINI, I. Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 72 p.

MANTOVANI, E. C.; PIMENTEL, M. A. G. Colheita e armazenamento. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. G. (Ed.). Milho: do plantio à colheita. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017. p. 328-356.

MONTAZAVI, H.; TOPRAK, U.; EMEKCI, M.; BAGCI, F.; FERIZLI, A. G. Persistence of diatomaceous earth, SilicoSec<sup>®</sup> against three stored grains beetles. Elsevier. *Journal of Stored Products Research*. Turquia, 2020.

PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 75. 2006.

PIMENTEL, M. A. G. et al. Inseticidas recomendados, limites de resíduos e indicações técnicas para aplicação no controle de pragas durante o armazenamento de grãos de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 267. 2020.

PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D'A.; BATISTA, M. D.; SILVA, F. H. Resistance of stored-product insects to phosphine. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 12, p. 1671-1676, 2008.

PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D'A.; GUEDES, R. N. C.; SOUSA, A. H.; TÓTOLA, M. R. Phosphine resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, v. 45, p. 71-74, 2009.

PIMENTEL, M. A. G.; MENDES, S. M.; MENEZES, C. B. de; OLIVEIRA, I. R. de; RAMOS, G. C. P.; FERNANDES, D. K. S. Escolher o híbrido certo ajuda a controlar o caruncho nos grãos de sorgo? Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 20 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 172).

PIMENTEL, M. A. G.; OLIVEIRA, I. R. de; MATRANGOLO, W. J. R.; FERNANDES, D. K. S.; RAMOS, G. C. P. Eficiência de inseticidas alternativos para controle do caruncho-do-milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 19 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 186).

PINTO JR, A. R. Eficiência de terra de diatomácea no controle de algumas pragas de milho armazenado a granel. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v. 15, n. 1, p. 61-70, 2008.

PUZZI, D. Abastecimento e armazenagens de grãos. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000. 603 p.

QUADROS, A. S. et al. Efeitos do tempo e temperatura de espera de secagem na qualidade de grãos de soja durante o armazenamento. 2019. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/efeitos-do-tempo-e-temperatura-de-espera-de-secagem-na-qualidade-de-graos-de-soja-durante-o-armazenamento/>>. Acesso em: 04/09/2022.

REES, D. P. Coleoptera. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (Ed.). *Integrated management of insects in stored products*. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 1-39.

RIBEIRO, L. do P. Bioprospecção de extratos vegetais e sua interação com protetores de grãos no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Orientador: José Djair Vendramim. 2010. 154 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

ROSSETTI, C. Metodologia Alternativa para o Teste de Germinação em Sementes de Híbridos de Milho Tratadas Quimicamente. 2021. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2021.

SAMPAIO, V. A. M. Cartilha Classificação de Grãos Passo a Passo: Soja, Milho e Feijão. Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia. Aiba. 2016. 44 p.

SANTOS, J. P. Controle de Pragas Durante o Armazenamento de Milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 84. 2006.

SANTOS, J. P.; OLIVEIRA, A. C. Perda de Peso em Grãos Armazenados Devido ao Ataque de Insetos. Comunicado Técnico. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas. 6p. 1991. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30659/1/ct-6.pdf>>. Acesso em: 24/09/2022.

SCHROPFER, D. J.; ZAMBIASI, M. A.; MÜLLER, I.; RANZAN, J. F.; DIONELLO, R. G.; RADÜNZ, L. Efeito de pré-limpeza sobre qualidade física e tecnológica de grãos de milho após seis meses de armazenamento. In: VII Conferência Brasileira de Pós-Colheita, 2018, Londrina-PR. Anais Eletrônicos [...]. p.464-469. Disponível em: [https://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/910\\_20181103\\_02-38-02\\_815.pdf](https://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/910_20181103_02-38-02_815.pdf). Acesso em: 08 dez. 2022.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Grãos: Classificação de Soja e Milho. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: SENAR, 2017. 152 p.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Grãos: armazenamento de milho, soja, feijão e café. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: Senar, 2018.

STARION®. Inseticida Agrolink. 2020. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/starion\\_3379.html](https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/starion_3379.html)>. Acesso em: 04/09/2022.

VIEBRANTZ, P. C. Armazenagem de grãos de milho infestados com *sitophilus zeamais* e *tribolium castaneum* em sistema hermético e convencional. 2014. 90f. Dissertação (Mestre em Fitotecnia) - Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Porto Alegre, 2014.

WHITE, N. D. G.; LEESCH, J. G. Chemical control. In: SUBRAMANYAN, B.; HAGSTRUM, D. W. Integrated management of insects in stored products. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 287-330.