



**UFES – UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
*Campus LARANJEIRAS DO SUL*

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM AGROECOLOGIA E  
DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL**

**ISIS BRUNA PORTOLAN**

**TRATAMENTOS ALTERNATIVOS E PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES DE  
MILHO PARA CONTROLE DE *Sitophilus zeamais***

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2020**

**ISIS BRUNA PORTOLAN**

**TRATAMENTOS ALTERNATIVOS E PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES DE  
MILHO PARA CONTROLE DE *Sitophilus zeamais***

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável – PPGADR da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2020**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar-me por todos os caminhos por onde me leva a vida.

Dedico este trabalho a minha avó, Elza, que veio a falecer há alguns meses, e sempre foi à luz mais brilhante na minha vida, não sendo diferente agora.

Agradeço em especial a minha mãe, Santina, a minha filha Marina e a toda a minha família que sempre me apoiaram em minhas decisões e em tudo o que eu não decidi, mas que incidiu sobre minha vida.

Agradeço também imensamente a paciência e dedicação do meu querido professor orientador, Lisandro, pelos anos de aprendizado e companheirismo.

Aos demais professores do mestrado, em especial as professoras Josimeire e Betina, sempre presentes e compreensivas.

Agradeço também aos colegas da turma do mestrado de 2017, em especial a Silmara, que compartilhou comigo, as experiências, os trabalhos, as alegrias e as tristezas, sempre atenciosa e dedicada.

Agradeço especialmente aos meus colegas dos laboratórios de Fisiologia Vegetal e Germinação e Crescimento, José Henrique, Gabriela, Isaías, Kruppa, entre outros, graças a vocês este trabalho se tornou possível.

E por último e não menos importante, aos professores que aceitaram fazer parte desta decisiva etapa da minha formação, a minha banca de defesa, Josuel, Gabriela e André, meu especial agradecimento.

“Você precisa buscar ser a melhor versão de você mesmo. E assim todos os dias você vai tentar se tornar melhor. É uma missão constante, é uma missão infinita” (Kobe Bryant).

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Portolan, Isis Bruna  
TRATAMENTOS ALTERNATIVOS E PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES  
DE MILHO PARA CONTROLE DE *Sitophilus zeamais* / Isis  
Bruna Portolan. -- 2020.  
62 f.:il.

Orientador: DOUTOR Lisandro Tomas da Silva Bonome

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da  
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em  
Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável,  
Laranjeiras do Sul, PR, 2020.

1. Zea mays. 2. Gorgulho do milho. 3. Inseticidas  
botânicos. 4. Film coating. 5. Armazenamento. I. Bonome,  
Lisandro Tomas da Silva, orient. II. Universidade  
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ISIS BRUNA PORTOLAN

TRATAMENTOS ALTERNATIVOS E PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO  
PARA O CONTROLE DE *Sitophilus zeamais*

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, para obtenção do título de Mestra em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

07/02/2020

BANCA EXAMINADORA



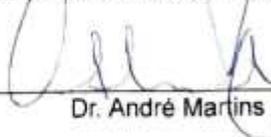
Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome (UFFS – presidente / orientador)



Dra. Gabriela Silva Moura (Pós-Doutora/UFFS – 1º membro)



Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto (UFFS – 2º membro)



Dr. André Martins (UFFS – suplente)

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>14</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>15</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>17</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>18</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
3.1 <i>Sitophilus zeamais</i> e o armazenamento de sementes de milho .....	16
3.2 TRATAMENTOS ALTERNATIVOS EM SEMENTES E USO DE PLANTAS COM PROPRIEDADES INSETICIDAS .....	18
3.2.1 <i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume (Canela) .....	23
3.2.2 <i>Corymbia citriodora</i> Hill & Johnson (Eucalipto) .....	24
3.2.3 <i>Piper nigrum</i> L. (Pimenta do reino) .....	25
3.2.4 <i>Pinus elliottii</i> Engelm. (Pinus) .....	25
3.2.5 <i>Ricinus communis</i> L. (Mamona).....	26
3.3 PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES ( <i>Film coating</i> ) .....	27
<b>CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES PÓS VEGETAIS NO CONTROLE DE <i>SITOPHILUS ZEAMAI</i>S E NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO .....</b>	<b>37</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>37</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>37</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>39</b>
Bioensaio da qualidade fisiológica das sementes de <i>Zea mays</i> L.....	40
Bioensaio de repelência de insetos .....	41
Bioensaio da Mortalidade de insetos .....	41
Análise estatística .....	42
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
Grau de Umidade .....	42

Porcentagem de Germinação.....	42
Repelência de insetos .....	45
Mortalidade de insetos .....	47
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO II: TRATAMENTOS COM PIMENTAS E PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO PARA CONTROLE E REPELÊNCIA DE <i>SITOPHILUS ZEAMAI</i>S .....</b>	<b>57</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>57</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>57</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>58</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>60</b>
Bioensaio da qualidade fisiológica de sementes de <i>Zea mays</i> L.....	62
Peso de mil sementes.....	64
Bioensaio de sementes infestadas .....	64
Bioensaio de repelência.....	64
Bioensaio de mortalidade de insetos .....	65
Análise estatística.....	65
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>65</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>79</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos das sementes de milho utilizados nos experimentos. ....	62
Tabela 2 - Peso de mil sementes de <i>Zea mays</i> L., tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização, aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento. ....	68
Tabela 3 - Porcentagem de germinação de sementes de <i>Zea mays</i> L. tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização ao 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento. ....	69
Tabela 4 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Zea mays</i> L., tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização, aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento. ....	71
Tabela 5 - Porcentagem de emergência de plântulas de milho ( <i>Zea mays</i> L.), tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização, aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento. ....	72
Tabela 6 - Índice de velocidade de Emergência (IVE) de sementes de milho ( <i>Zea mays</i> L.), tratadas com diferentes pós de pimentas. ....	73
Tabela 7 - Porcentagem acumulada de infestação de insetos adultos de <i>Sitophilus zeamais</i> em sementes de milho ( <i>Zea mays</i> L.), tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização, aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento. ....	74
Tabela 8 - Porcentagem de mortalidade de insetos adultos de <i>Sitophilus zeamais</i> , expostos a sementes de milho ( <i>Zea mays</i> L.), tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem a peliculização, armazenados aos 0, 45, 90 e 135 dias. ....	75
Tabela 9 - Índice de repelência (IR) de diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização, em sementes de <i>Zea mays</i> L. sobre adultos de <i>Sitophilus zeamais</i> , aos zero, 45, 90 e 135 dias de armazenamento. ....	77

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gorgulho do milho adulto ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) (A) e danos causados pelo gorgulho do milho em sementes de milho (B). .....	17
Figura 2 - Variação na porcentagem de germinação das sementes de milho ( <i>Zea mays</i> L.), tratadas com diferentes concentrações de pós vegetais após trinta dias de armazenamento. A reta marca a porcentagem de germinação da testemunha.....	43
Figura 3 - Índice de Repelência a insetos adultos de <i>S. zeamais</i> pelos tratamentos utilizados em sementes de milho ( <i>Zea mays</i> L.), dois dias após o tratamento das sementes (tempo zero). Abaixo da reta, os tratamentos foram repelentes e acima, atrativos aos insetos.....	45
Figura 4 - Índice de Repelência a insetos adultos de <i>S. zeamais</i> pelos tratamentos utilizados em sementes de milho ( <i>Zea mays</i> L.), trinta dias após o tratamento das sementes (tempo 30). Abaixo da reta os tratamentos foram repelentes e acima, atrativos aos insetos.....	46
Figura 5 - Mortalidade de <i>S. zeamais</i> quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com pós derivados de vegetais na concentração de 2g.kg <sup>-1</sup> de sementes, dois dias após o tratamento das sementes (tempo zero).....	48
Figura 6 - Mortalidade de <i>S. zeamais</i> , quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com diferentes pós vegetais na concentração de 4g.kg <sup>-1</sup> de sementes, dois dias após o tratamento de sementes (tempo zero). .....	48
Figura 7 - Mortalidade de <i>S. zeamais</i> quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com diferentes pós vegetais na concentração de 6g.kg <sup>-1</sup> de sementes, dois dias após o tratamento de sementes (tempo zero). .....	49
Figura 8 - Mortalidade de <i>S. zeamais</i> quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com diferentes pós vegetais na concentração de 2g.kg <sup>-1</sup> de sementes, trinta dias após o tratamento de sementes (tempo 30). .....	50
Figura 9 - Mortalidade de <i>S. zeamais</i> quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com diferentes pós vegetais na concentração de 4g.kg <sup>-1</sup> de sementes, trinta dias após o tratamento de sementes (tempo 30). .....	50
Figura 10 - Mortalidade de <i>S. zeamais</i> quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com diferentes pós vegetais na concentração de 6g.kg <sup>-1</sup> de sementes, trinta dias após o tratamento de sementes (tempo 30). .....	51
Figura 11 - Umidade de sementes (%) de <i>Zea mays</i> L., submetidas a diferentes tratamentos e não peliculizadas, aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento. ....	66

Figura 12 - Umidade de sementes (%) de *Zea mays* L., submetidas a diferentes tratamentos e peliculizadas aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento.....67

## RESUMO

O milho é um dos principais cereais cultivados no mundo, é o segundo grão mais produzido no território brasileiro e sua semente é importante não apenas pela sua produção anual, mas também pelo relacionamento com a produção agrícola brasileira. Em pequenas propriedades rurais, as sementes de milho costumam ser armazenadas após a colheita para semeadura futura, porém tais sementes, normalmente são armazenadas com baixo ou nenhum controle de sanidade, apresentando elevado potencial para infestação de pragas, tais como de *Sitophilus zeamais* MOTS. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da peliculização e de diferentes produtos de origem vegetal no controle do gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais*) e sua influência na qualidade fisiológica de sementes de milho. Para tanto, este trabalho foi dividido em dois capítulos. O delineamento experimental utilizado no primeiro capítulo foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema bifatorial, 5 x 4, sendo cinco derivados vegetais (Pimenta do reino (*Piper nigrum*), Pinus (*Pinus elliottii*), Mamona (*Ricinus communis*), Eucalipto (*Corymbia citriodora*) e Canela (*Cinnamomum zeylanicum*) e quatro concentrações (0, 2, 4 e 6 g.kg<sup>-1</sup> de sementes). As avaliações foram realizadas aos dois (tempo zero) e aos trinta dias (tempo 30) após o tratamento das sementes, sendo realizados os testes de umidade, germinação, mortalidade e repelência de insetos. A pimenta do reino foi eficaz para o controle de *S. zeamais* e sua toxicidade aos insetos é diretamente proporcional ao aumento da concentração de aplicação nas sementes de milho. A pimenta do reino e a mamona apresentaram ação repelente ao *S. zeamais* independentemente do tempo de armazenamento das sementes e da concentração do produto utilizado. A mamona na concentração de 4 g.kg<sup>-1</sup> de sementes prejudicou a qualidade fisiológica das sementes de milho. No capítulo 2 avaliou-se a eficiência da peliculização e de diferentes pós de pimenta na repelência e no controle do gorgulho do milho e sua influência na qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, adotando-se o esquema trifatorial 5 x 4 x 2 e um adicional. Os tratamentos foram Pimenta do reino (*Piper nigrum* L.), Pimenta caiena (*Capsicum annuum* L.) Pimenta Jamaica (*Pimenta dioica* L.), Pimenta dedo de moça (*Capsicum baccatum* L.) e testemunha, quatro períodos de avaliação (0, 45, 90 e 135 dias), com e sem peliculização e um tratamento adicional (inseticida químico – Gastoxin® B57), com quatro repetições. Foram realizados bioensaios para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, de infestação, repelência e mortalidade de insetos. O uso da peliculização prejudicou o efeito inseticida dos pós vegetais contribuindo para o aumento da infestação de insetos e por conseguinte redução da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento. Os tratamentos com pimenta do reino e pimenta dedo de moça não prejudicaram a qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento. Os tratamentos que causaram maior mortalidade dos insetos foram pimenta do reino e pimenta jamaica, sem peliculização. No entanto, se faz necessário maiores estudos sobre dosagem, forma de utilização e período de armazenamento.

**Palavras – Chave:** *Zea mays*. Gorgulho do milho. Inseticidas botânicos. *Film coating*.

## ABSTRACT

Corn is one of the main cereals grown on the world, is the second most produced grain in the Brazilian territory and its seed is important not only for its annual production, but for the relationship with the Brazilian agricultural production. In small rural properties, corn seeds are usually stored after harvest for future sowing, however, such seeds are normally stored with low or no health control, presenting a high potential for infestation of pests, such as *Sitophilus zeamais* MOTS. Thus, the objective of this work was to evaluate the efficiency of pelliculation and different products of plant origin in the control of corn weevil (*Sitophilus zeamais*) and its influence on the physiological quality of corn seeds. For this purpose, this work was divided into two chapters. The experimental design used in the first chapter was completely randomized (DIC), in a bifactorial scheme, 5 x 4, with five vegetable derivatives (*Piper nigrum*, *Pinnus elliottii*, *Ricinus communis*, *Corymbia citriodora* and *Cinnamomum zeylanicum*) and four concentrations (0, 2, 4 and 6 g.kg<sup>-1</sup> of seeds). The evaluations were carried out at two (zero time) and at thirty days (time 30), after seed treatment, with tests of humidity, germination, mortality and insect repellency. Black pepper was effective for the control of *S. zeamais* and its toxicity to insects is directly proportional to the increase in the concentration of application in corn seeds. Black pepper and castor bean have a repellent action against *S. zeamais* regardless of the storage time of the seeds and the concentration of the product used. Castor at a concentration of 4 g.kg<sup>-1</sup> impairs the physiological quality of corn seeds. Chapter 2 evaluated the efficiency of pelliculation and different pepper powders in the repellency and control of corn weevil and its influence on the physiological quality of seeds during storage. The experimental design used was completely randomized, adopting the 5 x 4 x 2 three-factor scheme and an additional one. The treatments were Black Pepper (*Piper nigrum* L.), Cayenne Pepper (*Capsicum annum* L.), Jamaica Pepper (*Pimenta dioica* L.), Lady's Finger Pepper (*Capsicum baccatum* L.) and control, four evaluation periods (0, 45, 90 and 135 days), with and without pelliculation and an additional treatment (chemical insecticide - Gastoxin® B57), with four repetitions. Bioassays were carried out to evaluate the physiological quality of seeds, infestation, repellency and insect mortality. The use of pelliculization impaired the insecticidal effect of vegetable powders, contributing to the increase of insect infestation and consequently reducing the physiological quality of seeds during storage. The treatments with black pepper and Lady's finger pepper, did not affect the physiological quality of the seeds during storage. The treatments that caused the highest mortality were black pepper and Jamaica pepper, without pelliculation. However, further studies on dosage, form of use and storage period are necessary.

**Keywords:** *Zea mays*. Corn weevil. Botanical insecticides. *Film coating*.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais cereais cultivados em todo mundo, sendo o segundo grão mais cultivado no território brasileiro. Além disso, o Brasil se destaca como o terceiro maior produtor e segundo maior exportador do grão, com uma produção estimada de 245,8 milhões de toneladas para o ano agrícola de 2019, um aumento de 1,6%, ou seja, 3,9 milhões de toneladas a mais em relação à safra de 2018/2019 (CONAB, 2019). Essa cultura tem uma ampla diversidade de uso, com grande importância na alimentação humana e animal e como matéria prima para a indústria.

O milho se tornou parte integrante da cultura alimentar dos brasileiros, de Norte a Sul do país, estando presente em uma grande variedade de alimentos (LANGNER et al., 2019) e sua semente é importante não apenas pela sua produção anual, mas pelo relacionamento com a produção agrícola brasileira (ALMEIDA et al., 2012).

Em pequenas propriedades rurais as sementes de milho, assim como de outras culturas, costumam ser armazenadas após a colheita para semeadura futura e trocas e comercialização com vizinhos, familiares e feiras. Tais sementes, normalmente são armazenadas com baixo ou nenhum controle de sanidade, apresentando elevado potencial para infestação de pragas e doenças (FERRARI et al., 2007).

O armazenamento de sementes quando realizado de forma inadequada pode acarretar em enormes perdas causadas por fatores bióticos e abióticos (DEUSDARÁ, 2014). Dentre os fatores bióticos destacam-se os insetos pragas, em que os danos causados durante o período de armazenamento, podem ser equivalentes ou até mesmo superiores às perdas causadas por insetos pragas a campo (CABRAL, 2011).

A semente é o principal insumo de uma lavoura, pois é depositária tanto das melhorias das características agronômicas realizadas por pequenos agricultores familiares, por seleção de cultivares, quanto pelos avanços tecnológicos desenvolvidos pelos pesquisadores ao longo dos anos. As características agronômicas selecionadas e transferidas pelas sementes vão desde a adaptação do cultivar ou variedade a uma determinada região, tipo de solo e clima, até a capacidade produtiva e de resistência a pragas e doenças (SILVA, 2013).

Assim, a utilização de sementes de baixa qualidade é o principal fator que contribui para o insucesso da atividade agrícola, por reduzir a velocidade de emergência de plântulas e aumentar a sua sensibilidade aos estresses, contribuindo para o estabelecimento de um

estande desuniforme. Nesse contexto, a qualidade das sementes, em especial a fisiológica, pode ser prejudicada por inúmeros fatores, e no armazenamento de sementes de milho, merece destaque o ataque de *Sitophilus zeamais* MOTS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) (MARCOS-FILHO, 2015).

Esse inseto é classificado como praga primária da cultura do milho, devido sua capacidade de infestar internamente as sementes (LORINI et al., 2015), rompendo o tegumento e se alimentando de seus materiais de reserva (JIMÉNEZ et al., 2017). Os danos gerados em decorrência da penetração das larvas e alimentação destas no interior dos grãos e sementes são diversos, se destacando a perda de peso, a redução do valor nutritivo e do grau de higiene do produto, a contaminação com excrementos, ovos e insetos, além da redução na germinação das sementes (GALLO et al., 2002).

O principal método de controle do caruncho do milho é o expurgo com produtos químicos fumegantes, como o fosfeto de alumínio e o fosfeto de magnésio. Embora eficientes, os métodos químicos de controle de pragas de produtos armazenados são altamente tóxicos, contaminando o ser humano e o meio ambiente.

Devido ao uso abusivo de produtos químicos sintéticos, nos últimos anos, tem aumentado a preocupação da sociedade com a saúde e com o meio ambiente, indicado por mudanças no atual sistema de produção agrícola. A demanda dos consumidores por alimentos livres de agrotóxicos e com preços mais atrativos (NASCIMENTO, 2014) tem feito ressurgir o modelo de produção orgânica, no resgate às questões sociais, ecológicas e ambientais da agricultura (OLIVEIRA, 2016).

Com a expansão da agricultura orgânica no Brasil a partir da década de 1970, foi necessária a criação de uma regulamentação, a lei nº 10.831 de dezembro de 2003 e o decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Essa regulamentação, para certificação da produção, traz garantias ao consumidor, através do selo oficial de produção orgânica, e estabelece obrigações ao produtor orgânico (PEDRO, 2011).

Um dos maiores desafios enfrentados pela agricultura orgânica é a produção de sementes e mudas. A lei nº 10.831/03, Instrução Normativa 38, de 2 de agosto de 2011, exigia que o produtor orgânico utilizasse, a partir de 2013, apenas sementes e mudas provenientes da produção orgânica, e estas, deveriam ser armazenadas e comercializadas na ausência de produtos químicos sintéticos. Em virtude da falta do produto no mercado, em função de fatores diversos, a câmara revogou esse prazo em cinco anos, liberando a produção de alimentos orgânicos desenvolvidos a partir de sementes produzidas convencionalmente (OLIVEIRA, 2016).

A proibição do uso de produtos sintéticos na agricultura orgânica gera demanda por produtos alternativos no tratamento de sementes. Nessa perspectiva, produtos naturais de origem vegetal têm se destacado. Para o controle de pragas, as formulações em pó de derivados vegetais têm sido as mais pesquisadas e utilizadas nas propriedades rurais por serem de fácil obtenção e utilização. Entretanto, essa forma de utilização apresenta como inconveniente a baixa uniformidade de distribuição do produto, reduzindo sua eficácia durante o armazenamento das sementes.

Uma técnica já difundida para o tratamento químico das sementes que poderá ser promissora para o tratamento alternativo é a peliculização. Essa técnica consiste na aplicação de polímeros inertes as sementes, sem ocasionar mudanças na forma e no tamanho (MELO et al., 2015), com o objetivo de melhorar a aderência e a uniformidade do tratamento nas sementes, evitando sua perda (TRENTINI et al., 2005; TAYLOR et al., 2001; BACON; CLAYTON, 1986).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

- Avaliar o efeito da peliculização e de diferentes produtos de origem vegetal no controle do gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais*) e sua influência na qualidade fisiológica de sementes de milho.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a eficiência de diferentes concentrações de extratos de pós – vegetais de *Piper nigrum* L. (Pimenta do Reino), *Pinus elliottii* Engelm. (Pinus), *Ricinus communis* L. (Mamona), *Corymbia citriodora* Hill & Johnson (Eucalipto), *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Canela) na repelência e no controle do gorgulho do milho em condições de laboratório.
- Avaliar a influência dos pós-vegetais na qualidade fisiológica de sementes de milho durante o armazenamento;
- Avaliar a eficácia da associação do tratamento com pós-vegetais e a peliculização no controle e repelência de *S. zeamais*, bem como o efeito sobre a qualidade fisiológica de sementes em diferentes períodos de armazenamento.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 *Sitophilus zeamais* e o armazenamento de sementes de milho

O milho (*Zea mays* L.) é um dos mais importantes cereais do mundo, ocupando o segundo lugar em área de cultivo (CONAB, 2015). Embora o Brasil seja um dos maiores produtores mundiais da cultura, ainda são observadas produtividades relativamente baixas, com média brasileira em torno de 5405 kg/ha<sup>-1</sup>, sendo que em algumas regiões do país essa média encontra-se muito abaixo da nacional, como no Nordeste, com produtividade média de 2433 kg/ha<sup>-1</sup> (COELHO, 2017).

Um dos fatores que contribui para a reduzida produtividade do milho no país é a baixa qualidade fisiológica das sementes utilizadas pelos produtores rurais, a qual é perdida principalmente durante o armazenamento. Em geral, os agricultores familiares utilizam sementes adquiridas por meio de trocas com vizinhos, familiares, feiras ou de sua própria produção. Tais sementes, em sua maioria, são armazenadas de uma safra para outra e possuem baixo ou nenhum controle de sanidade, apresentando elevado potencial para a infestação de pragas e doenças associadas a elas (IAPAR, 2007).

Muitas vezes, o manejo inadequado da cultura do milho pelos agricultores, torna as sementes mais vulneráveis ao ataque de pragas já que a incidência de insetos pode ter início no campo, nos períodos de desenvolvimento e maturação das sementes (SINHA; SINHA, 1990) ou durante e após a colheita e o armazenamento, quando as condições são favoráveis ou quando não se realiza controle dos insetos (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988). As espécies de insetos que surgem nos armazéns reduzem o vigor das sementes pelo consumo de reservas e pela intensa atividade respiratória que pode desencadear outros processos, como a fermentação e o desenvolvimento de fungos, podendo deteriorar por completo as sementes (LAZZARI, 1993).

Dentre as pragas que causam prejuízos no armazenamento do milho, merece destaque o *Sitophilus zeamais* (Figura 1A), popularmente conhecido como gorgulho do milho (SILVEIRA et al., 2006). Esse inseto possui elevado potencial biótico, capacidade de atacar grãos tanto no campo quanto nas unidades armazenadoras e de sobreviver a grandes profundidades, na massa de grãos e sementes (ATHIÉ; PAULA, 2002; FARONI, 1992).

Figura 1 - Gorgulho do milho adulto (*Sitophilus zeamais*) (A) e danos causados pelo gorgulho do milho em sementes de milho (B).



Fonte: Autora.

As larvas de *S. zeamais* são amarelo-claras com cabeça marrom-escura, as pupas são brancas. O período de oviposição é de cerca de 100 dias, a longevidade de uma fêmea é em média de 140 dias e a fêmea pode ovipositar em torno de 300 ovos. O ciclo do ovo até a emergência do adulto, em condições de temperatura e umidade relativa de 28°C e 60% respectivamente, ocorre em cerca de 34 dias (LORINI, 2008; GOTTARDI, 2014).

As fêmeas utilizam as peças bucais para fazer um orifício no grão, onde depositam os ovos (PUZZI, 1986). O ovo, de cor branca leitosa, é colocado pela fêmea dentro do grão, através da abertura de uma cavidade com a utilização do rostró. Depois da postura, essa cavidade é fechada com uma secreção cerosa. (CUNHA; CLÁUDIO, 2011). Dos ovos eclodem pequenas larvas que começam a se alimentar e se desenvolver no interior do grão. No estágio de pupa, o inseto torna-se imóvel e não se alimenta por alguns dias, logo em seguida transforma-se em inseto adulto.

O ataque do inseto adulto aos grãos e sementes é responsável por perdas de até 10% dos produtos armazenados (SCHÖLLER et al. 1997). Os danos causados são: redução no peso de grãos e sementes, diminuição do vigor e poder germinativo das sementes, perda do valor nutritivo e do padrão comercial, perda da qualidade pela contaminação da massa de grãos e perdas provocadas por fungos oportunistas (SILVA et al. 2003; SANTOS, 2006; SILVA et al., 2012) (Figura 1B).

O principal método de controle de insetos em sementes e grãos armazenados é por meio de tratamento com inseticidas, os quais podem conter diferentes princípios ativos. Apesar da eficiência que esses produtos apresentam no manejo de insetos que atacam produtos armazenados (ZETTLER; ARTHUR, 2000), o uso intensivo pode provocar diversos problemas ao meio ambiente e a saúde humana, além do uso abusivo desses produtos químicos promoverem a seleção de insetos resistentes (CRUZ, 2002).

Neste contexto, produtos naturais, como extratos, óleos essenciais e pós-vegetais, vêm sendo avaliados como alternativa no tratamento de sementes. Esses derivados vegetais possuem metabólitos secundários que pertencem a diferentes classes de substâncias químicas, apresentando atividades repelentes e até de controle para insetos pragas (MELO, et al., 2014; BORSONARO et al., 2013).

### 3.2 TRATAMENTOS ALTERNATIVOS EM SEMENTES E USO DE PLANTAS COM PROPRIEDADES INSETICIDAS

O uso de inseticidas sintéticos na agricultura ao longo dos anos tem se demonstrado uma ferramenta importante e indispensável para o aumento da produtividade. Esta relevância se deve à ocorrência de perdas significativas na quantidade e na qualidade das sementes em virtude do ataque por insetos pragas, tanto no campo quanto durante o armazenamento (SANTOS et al., 2007). Os inseticidas são definidos como substâncias químicas sintéticas ou naturais que controlam insetos, causando a sua morte ou prevenindo comportamentos considerados destrutivos (WARE; WHITACRE, 2012).

Apesar da grande contribuição dos inseticidas sintéticos no aumento da produção agrícola, muitos problemas decorrentes do seu uso intensivo, incorreto e indiscriminado durante várias décadas consecutivas vieram a ocorrer. Dentre estes, pode-se citar a contaminação ambiental, a presença de altos níveis de resíduos nos alimentos, o desequilíbrio biológico devido à eliminação de inimigos naturais e, mais recentemente, o surgimento de populações de insetos resistentes (GÖKCEKUS et al., 2011).

Devido aos inúmeros problemas ambientais e de saúde associados aos compostos químicos sintéticos utilizados para o controle de caruncho de sementes e grãos armazenados, os pesquisadores têm direcionado esforços, nos últimos anos, a procura por

substâncias alternativas com menor impacto em organismos não-alvo (LIMA-MENDONÇA et al., 2013; OOTANI et al., 2013).

Dentre os produtos estudados e com potencial de uso inseticida destacam-se óleos de origem animal e vegetal (MATEUS et al., 2017; CAMPOS et al., 2014), terra de diatomácea (LIMA et al., 2014) e produtos vegetais desidratados e moídos como a Sálvia (*Salvia officinalis* L.), Eucalipto (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson), Capim limão (*Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf.), Erva-de-santa-maria (*Dysphania ambrosioides* Mosyakin & Clemants), Neem (*Azadirachta indica* A. Juss), Pimenta do reino (*Piper nigrum* L.), entre outros (BINI; SIMONETTI, 2016; SILVA et al., 2015; GUIMARÃES, 2014; BORSONARO et al., 2013; TAVARES; VENDRAMIM, 2005).

São inúmeras as plantas que possuem potencial inseticida, que deveriam não apenas ser pesquisadas em profundidade como também introduzidas nas propriedades agrícolas, como fonte alternativa no controle de pragas, especialmente em sistemas orgânicos de produção (AGUIAR -MENEZES, 2005). Entretanto, é utópico pensar que estes métodos alternativos irão substituir por completo o uso dos inseticidas químicos, porém, certamente contribuirão para a redução de seu uso excessivo e, conseqüentemente, para a redução dos danos ambientais (MORAIS; MARINHO-PRADO, 2016).

A associação entre plantas e insetos nos leva ao tempo de suas origens evolucionárias. Insetos alados estão entre os primeiros colonizadores da Terra a aproximadamente 250 a 320 milhões de anos atrás, durante o período Carbonífero da era Paleozóica, quando as gimnospermas primitivas já haviam se estabelecido no ambiente terrestre (MENEZES-AGUIAR, 2005), sendo que a co-evolução de plantas com outros organismos levou as plantas a produzirem substâncias não diretamente essenciais para seu crescimento, desenvolvimento e reprodução, mas importantes para a defesa vegetal.

Tanto é que, além das substâncias químicas intimamente relacionadas à fotossíntese, respiração e crescimento, as plantas contêm uma grande variedade de substâncias químicas não diretamente relacionadas a esses processos metabólicos, sendo, por isso, chamadas de substâncias químicas secundárias ou compostos secundários (EDWARDS & WRATTEN, 1981). Grande parte desses compostos apresentam propriedades repelente e inseticida e são produzidos pelas plantas para a sua proteção (MENEZES-AGUIAR, 2005).

As angiospermas apresentam pelo menos um tipo de composto secundário em concentrações suficientes para reduzir o ataque pelos insetos, mas é raro encontrar uma espécie de planta com várias classes diferentes de compostos secundários; ademais, certas

substâncias podem estar presentes em determinadas famílias botânicas e em outras não (HARBORNE, 1979).

A riqueza de compostos encontrado nas plantas está relacionada, pelo menos em parte, com a imobilidade das plantas, já que não podem escapar das pressões ambientais pelo movimento. Com isso, as plantas devem desenvolver mecanismos de defesa variados para sobreviver, os quais podem ser físicos e bioquímicos. Os pelos e espinhos e sua composição química, atuam num sofisticado complexo contra a herbivoria (MENEZES-AGUIAR, 2005). Estes compostos orgânicos são os metabólitos secundários, que podem ser específicos a uma espécie ou grupo de plantas, e podem protegê-las contra os herbívoros, atrair insetos polinizadores e animais dispersores de sementes, entre outras funções. Os metabólitos secundários podem ser divididos em três grupos quimicamente distintos: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os terpenos constituem a maior classe de produtos secundários das plantas e podem apresentar diferentes funções nos vegetais, como: repelente e inseticida para insetos e mamíferos herbívoros, contra fungos e bactérias, bem como atuar no crescimento e desenvolvimento dos vegetais (PIMPÃO, 2007).

Em relação à ação repelente e inseticida desses compostos merecem destaque os óleos essenciais de plantas, como por exemplo, os  $\alpha$ -pinenos e  $\beta$ -pinenos presentes nos óleos extraídos da resina de pinheiro (*Pinus* sp.) (EMBRAPA, 2005), os extrativos encontrados em coníferas ( $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno e o limoneno) (MORAIS et al., 2005) e os piretróides encontrados em *Chrysanthemum*. Em coníferas, os monoterpenos são acumulados nos ductos resiníferos, nas acículas, ramos e troncos. São tóxicos para espécies de besouros e pragas de coníferas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Certas espécies produzem misturas de monoterpeno e sesquiterpenos voláteis, chamados de óleos essenciais, como os que conferem aroma à hortelã-pimenta (*Mentha x piperita*. L) ao limão (*Citrus limon* (L.) Burm. f) ao manjericão (*Ocimum basilicum* L.) e a sálvia (*Salvia officinalis* L.) por exemplo. O principal monoterpeno que constitui o óleo da hortelã-pimenta é o mentol (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Algumas plantas, como por exemplo, as da família Myrtaceae, secretam uma larga diversidade de metabólitos secundários, especialmente na forma de óleos essenciais, principalmente sesquiterpenos. As propriedades farmacológicas e toxicológicas de várias mirtáceas têm recebido interesse multidisciplinar e estudos recentes têm mostrado que muitos insetos-praga são afetados pelos óleos essenciais de plantas da família Myrtaceae (RIBEIRO et al., 2015).

Os compostos fenólicos são um grupo quimicamente heterogêneo apresentando uma variedade de funções nas plantas, como defesa contra herbívoros e patógenos, como atrativos de polinizadores ou dispersores, na proteção contra a radiação ultravioleta, alelopatia, entre outras funções. Sua biossíntese pode ocorrer pela rota do ácido chiquímico ou pela do ácido malônico, porém a maioria ocorre pela primeira rota. A lignina é um exemplo de composto fenólico, que reduz a digestibilidade das partes das plantas, assim como os taninos, que geralmente são toxinas que reduzem o crescimento e a sobrevivência de muitos herbívoros e podem atuar como repelente (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os compostos fenólicos apresentam em sua estrutura, vários grupos benzênicos característicos, tendo como substituintes grupamentos hidroxilas. Esta classe de compostos apresenta uma grande diversidade e divide-se em flavonóides (polifenóis) e não-flavonóides (fenóis simples ou ácidos). Os flavonóides compreendem um grupo de compostos fenólicos amplamente distribuídos nas frutas e nos vegetais, apresentando-se como flavanóis, flavonas, flavanonas, catequinas e antocianinas. Na classe dos não-flavonóides estão os derivados dos ácidos hidroxicinâmico e hidroxibenzóico (BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

Os compostos nitrogenados são uma grande variedade de metabólitos secundários que possuem o nitrogênio em sua estrutura e também estão envolvidos na defesa de plantas contra herbivoria, como os alcalóides e os glicosídeos cianogênicos. Estes últimos são frequentemente encontrados na família Fabaceae, Poaceae e Rosaceae e inibem o forrageio por insetos, pela presença de ácido cianídrico, que prejudicam a respiração celular. Os glucosinolatos também são compostos nitrogenados, que liberam em sua decomposição, substâncias de defesa e estão presentes na família Brassicaceae e outras aparentadas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Algumas vezes, essas substâncias químicas que as fazem indesejáveis como fonte de alimento para os insetos fitófagos ou fitopatógenos, também as fazem indesejáveis para o consumo humano. Consequentemente, muita das vezes, essas características têm sido descartadas, não selecionadas, no processo de melhoramento genético das plantas cultivadas. É particularmente verdadeiro que os terpenos e os alcalóides afetam o sabor das plantas cultivadas. Em outros casos, fatores de resistências que não afetam o sabor são acidentalmente perdidos nos programas de melhoramento desenvolvidos para melhorar outras características, tal como a produtividade da cultura. Assim, muitas plantas cultivadas acabaram perdendo seus mecanismos de defesa contra seus predadores, entre eles, os insetos fitófagos (TAIZ; ZEIGER, 2013; MENEZES-AGUIAR, 2005).

O efeito colateral dos produtos aplicados nas sementes é outra área que carece de estudos e informações. Isso se deve a prioridade dada à avaliação do efeito dos produtos nas pragas, ficando para segundo plano a sua atividade em organismos não-alvo. O tratamento alternativo pode influenciar negativamente a qualidade fisiológica da semente, dependendo das características do produto natural e da dose de aplicação.

Gurgel et al. (2018) verificaram que a qualidade fisiológica das sementes de milho não sofreu influência dos tratamentos utilizados (extratos aquosos e macerados secos de folhas de alho (*Allium sativum* L.)), neem (*Azadirachta indica* A. Juss), cinamomo (*Melia azedarach* L.) e citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt), exceto no tratamento com neem, na maior dosagem que foi verificado um incremento significativo da germinação em relação à testemunha. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza et al. (2007) e Oliveira e Sá (2014) que observaram um maior potencial fisiológico de sementes de milho tratadas com extrato de alho e neem.

Entretanto, Alves et al (2014) verificaram redução significativa da germinação em sementes de milho tratadas com extrato de alho, na dosagem de 30 mL/500 g de sementes, e armazenadas durante dez meses. Domene et al (2016) em seu trabalho verificaram que os testes de vigor de sementes de milho apresentaram divergências quanto a diferenciar a possível toxicidade dos óleos ao longo do tempo. O teste de envelhecimento acelerado demonstrou que o óleo de *Corymbia citriodora* afetou negativamente o vigor das sementes, e o óleo de *Eucaliptus camaldulensis* causou uma diminuição no comprimento de plântulas.

Herculano (2014), constatou que para o tratamento de sementes de milho crioulo variedade Jaboação, com extrato aquoso de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*), houve uma redução do crescimento médio da radícula de 28,2% se comparado com o tratamento testemunha. Para as variáveis germinação e altura de plântula o tratamento à base de pimenta não se diferenciou do tratamento testemunha. O autor concluiu que o extrato de pimenta não teve influência sobre o desenvolvimento inicial de sementes de milho.

Garilio et al (2005) verificaram em seu trabalho a diminuição do comprimento da radícula de sementes de milho irrigadas com o extrato do fruto da pimenta dedo de moça (*Capsicum baccatum*) e com o extrato da folha da pimenta. Além disso, nas sementes de milho incubadas no escuro, observou-se a diminuição dos valores de porcentagem de germinação na presença do extrato da folha da pimenta e do fruto da pimenta. Os valores de velocidade de germinação não apresentaram diferenças significativas ao serem comparados entre si.

Silva et al (2012) verificaram que sementes de milho tratadas com extrato hidroalcoólico de pimenta do reino (*Piper nigrum*) em diferentes concentrações 0, 10, 40 e 70, haviam perdido completamente o poder germinativo e que a eficácia dos extratos aumentava na medida em que se aumentava a concentração; e, por consequência, a conservação das sementes, se ampliava à medida que a concentração do extrato era aumentada. Ainda observaram que a concentração 100% conservou melhor a viabilidade de todas as sementes em armazenamento, apresentando média de germinação de 89,63% durante o período.

Segundo Dalmolin et al. (2012) a influência química pode assumir diversas formas e causar efeitos tanto benéficos quanto maléficos. Importante considerar a interação que acontece entre os diversos metabólitos presentes nas folhas, com comprovada atividade antimicrobiana.

### 3.2.1 *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Canela)

A canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) é uma espécie da família Lauraceae. Apresenta propriedades antiespasmódica, carminativa, estimulante, tônica, digestiva, adstringente, afrodisíaca, anti-séptica, antioxidante, aperiente, hipertensora, sedativa e vasodilatadora (SIMIC et al., 2004). Além disso, é conhecida por longo tempo na agricultura, como possuidora de muitas propriedades biológicas devido ao seu poder inseticida e parasiticida (TRAJANO et al., 2010).

Apresenta nas suas folhas e galhos diversos constituintes sendo o principal o eugenol (LIMA et al. 2005). O eugenol apresenta atividade inibitória na emergência de adultos e larvas de *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) (HAG et al., 1999); repelência em mosquitos de *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* e *Anopheles dirus* (Diptera: Culicidae) (TRONGTOKIT et al, 2005).

Os monoterpênóides encontrados nos óleos essenciais extraídos de plantas de *Cinnamomum zeylanicum* apresentam ação inseticida agindo no sistema nervoso central dos insetos, o que prejudica seu desenvolvimento (CORRÊA e SALGADO, 2011).

Segundo Volpato et al. (2016), o óleo essencial de *C. zeylanicum* pode ser considerado um produto natural promissor para controle de *A. diaperinus*. A avaliação da ação inseticida do óleo essencial de *C. zeylanicum* também foi avaliada por Correa et al (2015), mostrando que este óleo tem potencial para o controle de *Sitophilus zeamais*, que são insetos resistentes a inseticidas tradicionais e ainda utilizam mecanismos fisiológicos e

comportamentais para inibir as ações do óleo essencial de *C. zeylanicum*, constituído principalmente por aldeído cinâmico.

### 3.2.2 *Corymbia citriodora* Hill & Johnson (Eucalipto)

Pertencente à família Myrtaceae, e conhecido popularmente como eucalipto. É uma planta cultivada em diversos países e de extrema importância do ponto de vista medicinal no tratamento de diversas doenças humanas. Sua importância econômica envolve o controle biológico de pragas, a produção de perfumes, materiais de limpeza e papel, além do reflorestamento (GARBIM et al., 2014).

Apresenta vários constituintes com efeitos tóxicos sobre os insetos, tais como glicosídeos cianogênicos, triterpenos e principalmente os monoterpenos. Apresentam também, atividade citotóxica, principalmente pela presença de fenóis, aldeídos e álcoois (SACCHETTI et al., 2005). As pesquisas realizadas para o uso de plantas bioinseticidas pertencentes ao gênero *Corymbia* sp., vem obtendo bons resultados no controle de pragas agrícolas. Sandi e Blanco (2007), verificaram que o óleo essencial produzido por plantas deste gênero, obtido pelo processo de hidrodestilação, possui atividade inseticida sobre *Sitophilus zeamais*, causando uma mortalidade de 65% em 24 horas.

No mesmo ano Negahban e Moharrampour (2007) observaram que os óleos essenciais de *Eucalyptus intertexta*, *Eucalyptus sargentii* e *Eucalyptus camaldulensis* com concentrações de CL<sub>50</sub> de 9,93; 12,91 e 12,06 microlitros por litro apresentaram efeito fumigante em adultos de *Sitophilus oryzae*, após 24 horas de exposição.

Tonin et al., (2014) verificaram em seu trabalho que os tratamentos com *Eucalyptus dunni* (Maiden); *Eucalyptus globulus* (Labill) e *Eucalyptus camadulensis* (Dehnh) já a partir da dose de 5µL acarretaram em mortalidade de carunchos adultos da espécie *Acanthoscelides obtectus* (Say). Esse efeito foi observado em todas as doses, entretanto, a partir de 20µL dos tratamentos verificou-se a mortalidade de 100 % dos insetos, com 48 h de exposição.

Já Souza et al. (2010) observaram o potencial inseticida do óleo essencial de *Corymbia citriodora* no controle de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Noctuidae), mostrando-se promissora para a proteção do cultivo de milho.

### 3.2.3 *Piper nigrum* L. (Pimenta do reino)

A pimenta do reino (*Piper nigrum* L.) é uma espécie trepadeira perene, pertencente à família Piperácea, originária de regiões tropicais da Índia. O cultivo de pimenteiras no Brasil é de grande importância por sua rentabilidade, principalmente quando o produtor agrega valor ao produto. Do ponto de vista social, o cultivo é feito em sua maioria por agricultores familiares e gera empregos no campo, pois exige grande quantidade de mão de obra (ANDRADE et al., 2017). Além da importância econômica e social, pode também ser utilizada na agricultura como inseticida natural, no controle de diversas pragas.

Lima et al. (1999), avaliando produtos alternativos no controle de pragas e na qualidade fisiológica de sementes de feijão macassar armazenadas, concluíram que o tratamento com pimenta-do-reino foi eficiente no controle dos insetos-praga, não diferindo do produto químico utilizado à base de fosfeto de alumínio. Entretanto, a pimenta do reino prejudicou a qualidade fisiológica das sementes.

Almeida et al. (2012), em trabalho avaliando a infestação de *Sitophilus zeamais* e a qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas com extratos de pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) e pinha (*Annona squamosa* L), concluíram que o percentual de infestação das sementes de milho pelo inseto diminuiu com o aumento da dose dos extratos de pinha e pimenta-do-reino. Além disso, os extratos testados foram eficientes na manutenção da germinação, não prejudicando a qualidade fisiológica das sementes inoculadas com *Sitophilus zeamais*. Os autores atribuíram à eficiência do extrato de pimenta-do-reino a ação da piperina, um alcalóide de caráter lipofílico com diversas atividades farmacológicas, além de ser utilizada como inseticida.

### 3.2.4 *Pinus elliottii* Engelm. (Pinus)

O gênero *Pinus* pertence à família Pinaceae de gimnospermas e engloba mais de 100 espécies com grande potencial a ser explorado. A atividade antimicrobiana do gênero *Pinus* já foi estudada por vários autores, principalmente no que diz respeito aos óleos essenciais. Os óleos apresentam altos níveis de monoterpenos, caracterizando-os com várias atividades biológicas, como ação inseticida, antifúngica e antibacteriana (FAYEMIWO et al., 2014).

Potenza (2004), ao avaliar o efeito de óleos essenciais irradiados com radiação gama no controle de *S. zeamais*, demonstraram que o óleo essencial de *Pinus* sp., irradiados com

a dose de 5,0 kGy (quantidade de energia de radiação ionizante absorvida por unidade de massa), obteve 100% de eficiência no controle do inseto.

### 3.2.5 *Ricinus communis* L. (Mamona)

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma dicotiledônea pertencente à família Euphorbiaceae, conhecida popularmente por seus efeitos tóxicos, como também pela sua importância econômica. A cultura da mamona é uma alternativa para a produção de bicomustível, não tóxico, biodegradável. Seu uso promove redução da emissão de gases tóxicos no escapamento dos veículos além da redução de gases que contribuem para o efeito estufa, pode ser um potencial no resgate econômico e social das famílias rurais (RIZZO, 2005).

As suas sementes contêm ricina, um alcalóide extremamente tóxico para animais e seres humanos, sendo que as folhas possuem uma menor concentração da toxina. As sementes causam problemas gastro-intestinais e as folhas podem causar problemas neuromusculares, quando ingeridas. Os sintomas da intoxicação em animais geralmente aparecem após algumas horas ou poucos dias (FILHO SAVY, 2005).

Cientificamente pouco se sabe sobre o uso das folhas ou sobre seu efeito inibitório em *Sitophilus zeamais*. A maioria dos trabalhos se baseia em metodologia que testa o óleo ou derivados do mesmo, no controle de pragas via tratamento de sementes. Porém de forma empírica se conhece o seu efeito inseticida, alopático e fungicida, ainda pouco estudados cientificamente (PIETROBELLI, 2019).

Ramos-Lopez et al. (2010) relatam que extratos hexânicos, metanólicos e de acetato de etila de folhas exerceram atividade inseticida em larvas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Igualmente, extratos aquosos e acetônicos de folhas de mamona foram eficientes contra *Acromyrmex lundii* (Guerin-Meneville) (Hymenoptera: Formicidae) (CAFFARINI et al., 2008).

Veiga et al. (2012) constataram que a utilização de diferentes concentrações de extrato aquoso de mamona pulverizadas semanalmente em duas cultivares de tomate foram eficientes na redução do número de vaquinha (*Diabrotica speciosa*) e burrinho (*Epicauta atomaria*).

Santos et al. (2008) ao utilizar extrato aquoso de folhas de mamona sobre ovos e ninfas de quinto instar do predador *Podisus nigrispinus* observou que o extrato nas

concentrações de 7% e 10% causaram mortalidade de *P. nigrispinus*, sendo observado os menores índices de sobrevivência, com 30% e 10%, respectivamente.

### 3.3 PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES (*Film coating*)

Uma das grandes limitações da aplicação de derivados vegetais na forma de pó nas sementes é sua baixa uniformidade de distribuição, reduzindo a eficácia do produto durante o armazenamento das sementes. Uma técnica já difundida para o tratamento químico das sementes que poderá ser promissora para o tratamento alternativo é a peliculização de sementes. Essa técnica consiste na aplicação de polímeros inertes as sementes, sem ocasionar mudanças na forma e no tamanho (MELO et al., 2015), com o objetivo de melhorar a aderência e a uniformidade do tratamento nas sementes, evitando sua perda (GIMENEZ-SAMPAIO; SAMPAIO, 1994; TAYLOR et al., 2001; BACON; CLAYTON, 1986).

As películas além de serem utilizadas como materiais que ajudam a manter os produtos na forma de pó fixados às sementes de maneira uniforme, também contribuem para a melhoria no desempenho germinativo destas. Isto ocorre porque a rápida embebição em sementes com baixo grau de umidade pode causar uma hidratação diferencial nas proteínas, componentes dos tecidos, resultando em pressões e até quebras nos cotilédones. Este problema pode ser evitado com o uso das películas, já que sua tecnologia reduz a velocidade de embebição, no processo de germinação (EVANGELISTA et al., 2007).

A peliculização é uma técnica que foi adaptada da indústria farmacêutica para agregar agroquímicos no tratamento de sementes e incrementar o desempenho fisiológico das sementes. A veiculação de produtos alternativos para o controle de *S. zeamais*, por meio da peliculização das sementes de milho pode ser eficiente, no sentido de melhorar a aderência e a uniformidade dos pós bioinseticidas nas sementes, fazendo com que o efeito tóxico dos compostos inseticidas presentes nas plantas se mantenha por mais tempo nas sementes. Entretanto, estudos são necessários para averiguar se esta película juntamente com os produtos de origem vegetal não irá prejudicar a qualidade fisiológica das sementes.

Evangelista et al., (2007), estudando o desempenho de sementes de soja peliculizadas, em solos com diferentes teores de umidade, verificaram que as sementes tiveram um aumento significativo na porcentagem de emergência e no vigor, quando peliculizadas, provavelmente pela característica da película regular a embebição das

sementes no processo de germinação e assim, reduzir os danos que podem ser causados nesse processo, o que indica a possibilidade de uso destes produtos para essa finalidade.

Pereira et al. (2007), em estudo avaliando o desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento, concluíram que os polímeros não afetam a qualidade fisiológica das sementes de soja além de promoverem melhor aderência dos fungicidas, sem alterar os efeitos dos mesmos. Os autores ainda relataram que as sementes peliculizadas (Polímero AGL 202 - INCOTEC) e sem tratamento fungicida, apresentaram maior vigor e atribuíram o resultado ao polímero, que pode ter promovido barreira que impediu a lixiviação de solutos das sementes, pela sua capacidade de impermeabilização.

Melo et al. (2015), em trabalho avaliando o recobrimento de sementes de tomate com concentrações crescentes de polímero sintético, observaram que a peliculização ocasionou incremento na porcentagem de emergência sem atraso a velocidade de emergência. Os autores atribuíram o aumento na porcentagem de emergência a ação do filme plástico na regulação da velocidade de embebição de água pelas sementes e sugeriram que o revestimento com polímeros interfere positivamente nas relações água-semente e semente-solo.

Lima et al. (2006), estudando a peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro, observaram que a peliculização não afeta a germinação, emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de alta qualidade. Entretanto, a técnica não possibilita a redução da dosagem do tratamento químico, embora, melhore a uniformidade e aderência do produto nas sementes.

A aplicação de películas de revestimento em sementes pode reduzir as injúrias causadas por embebição (RIVAS et al., 1998; TAYLOR et al., 2001; STRUVE; HOPPER, 1996) e pode evitar a perda de produto químico em sementes tratadas devido a maior aderência desses as sementes (BACON; CLAYTON, 1986). Entretanto, em alguns casos podem afetar a qualidade fisiológica das sementes (DUAN; BURRIS, 1997) e aumentar a toxicidade dos produtos químicos aplicados (GIMENEZ-SAMPAIO; SAMPAIO, 1994).

Assim, devido a importância de se avaliar a eficácia de produtos alternativos no tratamento de sementes de milho para a repelência e controle do caruncho (*Sitophilus zeamais*) e da carência de informações a respeito da peliculização associada a estes produtos, a presente pesquisa se faz necessária.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação, e uso agrícola.** Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 2005. 58p. (EMBRAPA Agrobiologia. Documentos, 205).

ALENCAR, E. R., et al. Qualidade de milho armazenado e infestado por *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*. **Reveng – Engenharia na agricultura**, v.19, n.1. Viçosa, 2011.

ALMEIDA, F. A. C. Efeitos de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão vigna (*Callosobruchus maculatus*). **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental**, v.9, n. 4. Campina Grande, 2005.

ALMEIDA, F. A. C., et al. Infestação e germinação de sementes de milho tratadas com extratos de *Piper nigrum* e *Annona squamosa*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, p.457-471, 2012.

ALVES, N. M. C., et al. Comportamento fisiológico e da micoflora em sementes de milho tratadas com extratos vegetais. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA (CONBEA)**, 42, 2014, Campo Grande, MS. Anais do Congresso. Campo Grande, MS, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. 2014.

ANDRADE, C. G. C.; SILVA, M. L.; SALLES, T. T. Fatores Impactantes no Valor Bruto da Produção de Pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) no Pará. **Floresta e Ambiente**. v. 24, n. 1. p. 1-8. 2017.

ARNASON, J.T., et al. Variation in resistance of Mexican landraces of maize to maize weevil *Sitophilus zeamais*, in relation to taxonomic and biochemical parameters. **Euphytica**. v. 74, n.1, p.227-236, 1994.

ATHIÉ, I.; PAULA, D. C. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação.** 2nd ed, São Paulo, Varela, 2002. 244p.

BACON, J. R.; CLAYTON, P. B. Protection for seeds: a new film coating technique. **Near Derby**, v. 29, n. 2, p. 54-56, 1986.

BINI, L. F.; SIMONETTI, A. P. M. M. Controle de caruncho do milho com óleo de nim. **Revista Cultivando O Saber**, v.1, p.23-31, 2016.

BOHNER, T. O. L.; ARAÚJO, L. E. B. NISHIJIMA, T. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**. v. 8, 2013.

BORSOI, A., et al. Agrotóxicos: histórico, atualidades e meio ambiente. **Acta Iguazu**. Cascavel, v.3, n.1, p.86-100, 2014.

BORSONARO, M. T.; et al. Extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Nucleus**. v. 10, n. 1, p. 161–168, 2013.

BRAND-WILLIAMS, W., et al. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft Technologie**, London, v.28. p.25-30, 1995.

CABRAL, D. **Eficácia de *Piper nigrum* e *Chenopodium ambrosioides* no controle do insetopraga de grãos armazenados *Sitophilus zeamais***. 2011. 31 f. Monografia (Especialização) – Curso de Agronomia, Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2011.

CAFFARINI, P.; et al. Efectos de extractos acetonicos y acuosos de *Ricinus communis* (ricino), *Melia azedarach* (paraíso) y *Trichillia glauca* (trichillia), sobre la hormiga negra comun. **Idesia**, v.26, n. 3, p.59-64, 2008.

CAMPOS, A.C.T.; et al. Atividade repelente e inseticida do óleo essencial de carqueja doce sobre o caruncho do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.8, p. 861-865, 2014.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 429p.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. 2318-6852: **Acompanhamento da Safra Brasileira**. 5 ed. Brasília: Conab, 2019. 142 p.

COÊLHO, J. D. Produção de grãos: feijão, milho e soja. **Cadernos Setorial ETENE**, v. 2, n.19, 2017.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 4, p. 500-506, 2011.

CORREA, Y. D. C. G., et al. Locomotory and physiological responses induced by clove and cinnamon essential oils in the maize weevil *Sitophilus zeamais*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 125, p. 31-37, 2015.

CRUZ, I. **Manejo da resistência de insetos-praga a inseticidas, com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 15p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 21).

CUNHA, A. R.; CLÁUDIO, R. F. **Avaliação da eficácia de diferentes doses de terra de diatomáceas sobre o gorgulho do milho *Sitophilus zeamais***. 2011. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

DALMOLIN, S. F.; PERSEL, C.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Alelopatia de capim-limão e sálvia sobre a germinação de picão preto. **Cultivando o Saber**, v.5, n.1, p. 176-189. 2012.

DEUSDARÁ, T. T. **Seleção de estirpes de *Bacillus thuringiensis* com potencial para o controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae)**. 2014. 65 f.

Dissertação (Mestrado) – Curso de Biotecnologia, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2014.

DOMENE, M. P.; et al. Efeito do tratamento com óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de milho (*Zea mays*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.83, p. 1-6. 2016.

DUAN, X.; BURRIS, J. S. Film coating impairs leaching of germination inhibitors in sugar beet seed. **Crop Science**, Madison, v. 37, p. 515-520, 1997.

DUARTE, R. C. **Estudo dos compostos bioativos em especiarias (*Syzygium aromaticum* L., *Cinnamomum zeylanicum* Blume e *Myristica fragans* Houtt) processadas por radiação ionizante**. 2014. 145p. Tese (Doutorado) - Tecnologia Nuclear – Aplicações - Instituto de pesquisas energéticas e nucleares - autarquia associada a Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo: EPU, 1981. (Temas de Biologia, 27). 71 p.

EVANGELISTA, J. R. E.; et al. Desempenho de sementes de soja peliculizadas em solos com diferentes teores de água. **Ciência e agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n. 4, p. 994-999, 2007.

FAYEMIWO, K. A.; et al. Larvicidal efficacies and chemical composition of essential oils of *Pinus sylvestris* and *Syzygium aromaticum* against mosquitoes. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v.4, n.1, p. 30-34, 2014.

FAZOLIN, M.; et al. Fumigação de milho para o controle do gorgulho utilizando caule de *Tanaecium nocturnum* (Bignoniaceae). **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.45, n.1, p.1-6. 2010.

FERRARI, E.; et al. Sementes da biodiversidade. **Agriculturas**, v. 4, n.3. 44p. 2007.

FILHO SAVY, A. 2005 [online]. **Cultura de mamoneira**. Disponível em <<https://sedo.com/search/details/?domain=artigos.com&language=br>>. Acesso em: 19 mar. 2011.

GALLO, D.; et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GALVÃO, J. C. C.; et al. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**. v. 61, p. 819-828. Viçosa, 2014.

GIMENEZ-SAMPAIO, T.; SAMPAIO, N. V. Recobrimento de sementes. **Informativo ABRATES**. Londrina, v. 4, n. 3, p. 20-52, dez. 1994.

GÖKCEKUS, H.; TÜRKER, U.; La MOREAUX, J. W. (Ed.). Survival and sustainability: environmental concerns in the 21st century. **Dordrecht: Springer**, 2011. p. 1491-1508.

GOTTARDI, R. **Avaliação de compostos bioativos no controle de *Sitophilus zeamais* (Col.; Curculionidae) e fungos em grão de milho armazenado**. 2014. 81p. Dissertação

(Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, 2014.

GUIMARÃES, S. S.; et al. Ação repelente, inseticida e fagoinibidora de extratos de pimenta dedo-de-moça sobre o gorgulho do milho. **Agricultural Entomology**. v.81, n.4, p. 322-328, São Paulo, 2014.

GURGEL, L. M. S.; et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho tratadas com produtos alternativos em condições de armazenamento. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v.15, n.1, p. 127-136 2018.

HARBORNE, J. B. Biochemical Aspects of Plant and Animal Coevolution. **The Quarterly Review of Biology**. v.54, no. 2, 1979: 182p.

HAG, E. A.; EL NADI, A. H.; ZAITOON, A. A. Toxic and growth retarding effects of three plant extracts on *Culex pipiens* larvae (Diptera: Culicidae). **Phytotherapy Research**, v.13, n.1, p.388-392, 199.

HERCULANO, W. K. S. Extrato de pimenta no tratamento de sementes de milho. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Bacharel em Agroecologia. Universidade Estadual da Paraíba. Lagoa Seca. 23p. 2014.

IAPAR. **Produção de sementes em pequenas propriedades**. Coord. Alberto Sergio Barros. 2ª ed. Rev. Ampl. Londrina: IAPAR. Circular técnica, 129. p.98, 2007.

JIMÉNEZ, J.C.; et al. Resistance categories to *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) in terapy bean (*Phaseolus acutifolius*), new sources os resistance for dry bean (*Phaseolus vulgaris*) breeding. **Crop Protection**. v.98, p.255-266, 2017.

LANGNER, J. A.; et al. Mayze: Key agricultural crop in food security and sovereignty in a future with water scarcity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.23, n.9, p. 648-654. Campina Grande, 2019.

LAZZARI, F. Contaminação fúngica de sementes, grãos e rações. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMAZENADOS. **Anais. Passo Fundo: EMBRAPA, CNPT, 1993. p.59-61**

LIMA-MENDONÇA, A.; et al. Efeito de pós vegetais sobre *Sitophilus zeamais* (Mots., 1855) (Coleoptera: Curculionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.80, v.1, p.91-97, 2013.

LIMA, L. B.; SILVA, P. A.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Ciência e agrotecnologia**. Lavras, v. 30, n. 6, p. 1091-1098, nov./dez., 2006.

LIMA, J.M.E.; FAGUNDES, G.S.; SMIDERLE, O.J. Qualidade Fisiológica de Sementes de Feijão-Caupi Tratadas com Terra Diatomácea e Infestadas por Carunchos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.7, n.3, p.733-746, 2014.

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

LORINI, I.; et al. **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas**. Brasília: Embrapa, 2015. 86 p.

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

MATEUS, A. E. et al.; Potencial da Moringa oleifera como inseticida no controle de adultos de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) em grãos de milho armazenados. **Acta Iguazu**. v. 6, n.2, p. 112–122, 2017.

MELO, B. A.; et al. Bioatividade de pós de espécies vegetais sobre a reprodução de *Callosobruchus maculatus* (FABR. 1775) (COLEOPTERA : BRUCHIDAE ). **Bioscience Journal**. v.30, p. 346-353, 2014.

MELO, A. P. C.; et al. Recobrimento de sementes de tomate com concentrações crescentes de polímero sintético. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.45, n.6, p.958-963, 2015.

MORAIS, L. A. S.; et al. **Defensivos agrícolas naturais: Usos e perspectivas**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2016. 853p.

NASCIMENTO, W. M. **Sementes orgânicas de hortaliças: um grande desafio**. (2014). Disponível em: <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/imprensa/releases/sementes\\_organicas\\_hortalicas\\_desa\\_fio.html](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/imprensa/releases/sementes_organicas_hortalicas_desa_fio.html)> Acesso em: 30 mai. 2018.

NEGAHBAN, M.; MOHARRAMIPOUR, S. Fumigant toxicity of *Eucalyptus intertexta*, *Eucalyptus sangertii* and *Eucalyptus comaldulensis* against stored-product Beetles. **Journal of applied Entomology**, v.131, n. 4, p. 256-261. 2007.

OLIVEIRA, I. C. M. **Produção de Sementes: Um desafio para a agricultura orgânica**. 2016. 96 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Agronomia – Universidade Federal de São João del Rei, Minas Gerais, 2016.

OLIVEIRA, S. A.; SÁ, M. E. Alternativas para redução de resíduos químicos e exposição ocupacional no Laboratório de Análise de Sementes. **In: WORKSHOP DO PGR EM GESTÃO DE RESÍDUOS DA UNESP: o uso de ferramentas de gestão na Universidade**, 3., 2014, Araçatuba, SP. Archives of Health Investigation, 3: 12-16. 2014.

OOTANI, M. A.; et al. Use of Essential Oils in Agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 4, n. 2, p. 162-175, 2013.

PEDRO, W. L. **Acompanhamento dos custos de Produção Orgânica de Lactuca sativa: Avaliação do custo-benefício da certificação orgânica para os pequenos produtores**. 2011. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

PEREIRA, C. E.; et al. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência e agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n. 3, p. 656-665, 2007.

PIMPÃO, R. B. **Estudo fitoquímico da espécie vegetal *Salvia officinalis***. 2007. 46 p. Trabalho de conclusão de curso (TCC) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 603 p.

RIBEIRO, L. P. et al. *Pimenta pseudocayophyllus* derivatives: Extraction methods and bioactivity against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**. vol.44, 2015.

RIVAS, B.A.; McGEE, D.C.; BURRIS, J.S. Tratamiento de semillas de maiz com polimeros para el control de *Pythium spp.* **Fitopatologia Venezuelana**, v.11, p.10-15, 1998.

RIZZO, M.R., 2005 [online]. **O biodiesel a partir da mamona é viável?** Disponível em: < <http://iac.sp.gov.br/Tecnologias/Mamona/Mamona.htm> > Acesso em: 19 mar. 2011.

SACCHETTI, G. et al. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, anti radicals, and antimicrobials, in food. **Food Chemistry**, v. 91, p. 62-632. 2005.

SANDI, J. T. T.; BLANCO, R. F. Atividade inseticida de óleo essencial obtido de eucalipto, sobre o gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais*, (Coleoptera: Curculionidae). **Revista de Biologia e Saúde da UNISEP Biology & Health Journal**, v. 1, n. 1, p.93-100, 2007.

SANTOS, J. P. **Controle de pragas durante o armazenamento de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 20 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 84).

SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. Piretróides: uma visão geral. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2007.

SANTOS, H. O.; et al. Eficiência do extrato aquoso de folhas de mamona (*Ricinus communis* L.) sobre ovos e ninfas de quinto instar do predador *Podisus nigrispinus* dallas (Pentatomidae). **In: V Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2008, Lavras. V Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2008.**

SCHÖLLER, M.; et al. Towards biological control as a major component of integrated pest management in stored product protection. **Journal of Stored Products Research**. v.33, p.81-97, 1997.

SILVA, A. A. L. et al. Modelagem das perdas causadas por *Sitophilus zeamais* e *Rhizopertha dominica* em trigo armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.7 n.2 Campina Grande, PB, 2003.

SILVA, A. F. C. P. **Pirataria de sementes e mudas**. Anuário 2013 da Associação Brasileira de Sementes e Mudas. 120p. 2013. Disponível em <<http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AnuarioAbrasem2013.pdf>>. Acesso 02 set 2019.

SILVA, D.F.G.; et al. Tratamento de milho em grão e espiga com pós inertes no controle do gorgulho do milho *Sitophilus zeamais*. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.7, n.3, p.143-151, 2012.

SILVA, M. F.; et al. **Controle alternativo do *Sitophilus zeamais* em grãos de milho armazenado, com o uso de óleo essencial de *Salvia officinalis***. 5º Simpósio de segurança alimentar. Bento Gonçalves, RS, 2015.

SILVEIRA, R. D.; et al. Influência da temperatura do grão de milho, no momento da pulverização, e do período de armazenamento, na mortalidade de *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, pela mistura bifenthrin e pirimifós-metil. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.31, p.120-124, 2006.

SIMÍĆ, A. et al. The chemical composition of some Lauraceae essential oils and their antifungal activities. **Phytotherapy Research**, New York, v. 18, n. 9, p. 713-717, 2004.

SINHA, A.K.; SINHA, K.K. Insect pests, *Aspergillus flavus* and aflatoxin contamination in stored wheat: a survey at North Bihar (Índia). **Journal of Stored Products Research**. v.26, p.223-226, 1990.

SOUZA, T. F. et al. Bioatividade de óleos essenciais de espécies de eucalipto para o controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1997). (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 157-164, 2010.

SOUZA, A. E. F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L. C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, 32: 465-71. 2007.

STRUVE, T. H. & HOPPER, N. W. The effect of polymer film coatings on cotton-seed imbibition electrical conductivity, germination and emergence. In: BELTWISE COTTON CONFERENCES, 1996, Nashville-USA. **Proceedings...** Nashville: CAB, v.2, p.1167-1170, 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5.ed. Porto Alegre:Artemed, 2013. 954p.

TAVARES, M.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade da Erva-de-Santa-Maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**. v. 8, n. 9, p.319-323, 2005.

TAYLOR, A. G.; KWIATKOWSKI, J.; BIDDLE, A. J. Polymer film coating decrease water uptake and water vapour movement into seeds and reduce imbibitional chilling injury. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM - SEED TREATMENT CHALLENGES

AND OPPORTUNITIES, 2001. Proceedings... [S.l.]: British Crop Protection Council, 2001. p. 215-220.

TRAJANO, V. N.; et al. Inhibitory effect of the essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* (Blume) leaves on some food-related bacteria. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n.3, p.771-775, 2010.

TRENTINI, P.; et al. Peliculização: desempenho de sementes de soja no estabelecimento da cultura em campo na região de Alto Garças, MT. **Ciência e agrotecnologia**. v.29, n.1, p.84-92. 2005.

TRONGTOKIT, T.; et al. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. **Phytotherapy Research**, v. 19, n.3, p.303-309, 2005.

TONIN, J.; et al. **Uso de óleos essenciais de *Eucalyptus* no controle de *Acanthoscelides obtectus* em grãos de feijão armazenado.** 4p. 2015. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/sbctarseventos/gerenciador/painel/trabalhosversaofinal/SAM325.pdf>> . Acesso 02 set 2019.

VEIGA, F. C.; et al. Eficiência de Extrato Aquoso de *Ricinus communis* para controle de pragas do tomateiro. **Horticultura brasileira**, v. 30, n. 2, p.5565-5571. 2012.

VOLPATO, A. et al. Larvicidal and insecticidal effect of *Cinnamomum zeylanicum* oil (pure and nanostructured) against mealworm (*Alphitobius diaperinus*) and its possible environmental effects. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 19, p. 1159-1165, 2016.

WARE, G. W.; WHITACRE, D. M. An introduction to insecticides. (4th edition). **In:** WARE, G. W. (Ed.). The pesticide book. Willoughby: Meister, 2004. Disponível em: <https://ipmworld.umn.edu/ware-intro-insecticides>. Acesso em: 23 ago. 2019.

ZETTLER, J. L., ARTHUR, F. H. Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments. **Crop Protection**, v.19, p. 577-582, 2000.

# CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES PÓS VEGETAIS NO CONTROLE DE *Sitophilus zeamais* E NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO

## RESUMO

O *Sitophilus zeamais* é uma das principais pragas de armazenamento do milho. Atualmente vários pesquisadores do mundo inteiro concentram suas pesquisas em tratamentos de sementes que ofereçam um menor impacto ambiental e menor grau de risco à saúde do agricultor. Dentre estes tem merecido destaque o uso de pós vegetais, por serem de fácil obtenção e utilização. Neste contexto, o objetivo deste capítulo foi avaliar a eficácia de diferentes pós vegetais em distintas concentrações na repelência e controle de *S. zeamais* e a influência na qualidade fisiológica das sementes de milho. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema bifatorial, 5 x 4, sendo cinco pós vegetais (*Piper nigrum*, *Pinnus elliottii*, *Ricinus communis*, *Corymbia citriodora* e *Cinnamomum zeylanicum*) e quatro concentrações (0, 2, 4 e 6 g.kg<sup>-1</sup> de sementes). As avaliações foram realizadas aos dois (tempo zero) e aos trinta dias (tempo 30), após o tratamento das sementes, sendo realizados os testes de umidade, germinação, mortalidade e repelência de insetos. A pimenta do reino foi eficaz para o controle de *S. zeamais* e sua toxicidade aos insetos é diretamente proporcional ao aumento da concentração de aplicação nas sementes de milho. A pimenta do reino e a mamona apresentam ação repelente ao *S. zeamais* independentemente do tempo de armazenamento das sementes e da concentração do produto utilizado. A mamona na concentração de 4 g.kg<sup>-1</sup> e a pimenta do reino na concentração 6 g.kg<sup>-1</sup> prejudicam a qualidade fisiológica das sementes de milho.

**Palavras-Chave:** Praga Primária. Sementes Armazenadas. Repelência. Mortalidade.

## ABSTRACT

*Sitophilus zeamais* is one of the main storage pests of corn. Several researchers from around the world are currently focusing their research on seed treatments that offer a lower environmental impact and less risk to the farmer's health. Among these, the use of vegetable derived powders has been highlighted, as they are easy to obtain and use. In this context, the objective of this chapter was to evaluate the effectiveness of different vegetable derived powders at different concentrations in the repellency and control of *S. zeamais* and the influence on the physiological quality of corn seeds. The experimental design was a completely randomized (DIC), in a bifactorial scheme, 5 x 4, with five plant derivatives (*Piper nigrum*, *Pinnus elliottii*, *Ricinus communis*, *Corymbia citriodora* and *Cinnamomum zeylanicum*) and four concentrations (0, 2, 4 and 6 g.kg<sup>-1</sup> of seeds). The evaluations were performed at two (time zero) and at thirty days (time 30), after seed treatment, and the tests of humidity, germination, mortality and insect repellency were performed. The black pepper was effective for the control of *S. zeamais* and its toxicity to insects is directly proportional to the increase of application concentration in corn seeds. Black pepper and castor oil have a repellent action against *S. zeamais* regardless of seed storage time and concentration of the product used. Castor bean at a concentration of 4 g.kg<sup>-1</sup> and black pepper 6g.kg<sup>-1</sup> impairs the physiological quality of corn seeds.

**Keywords:** Primary plague. Stored Seeds. Repellency. Mortality.

## INTRODUÇÃO

A cultura do milho apresenta grande importância para a agricultura familiar e para a soberania alimentar do país, sendo um dos principais cereais cultivados no Brasil. A estimativa para a produção de grãos no Brasil, na safra 2018/2019 é de 241,3 milhões de toneladas, sendo que o milho, na primeira e segunda safra, representa uma produção de quase 100 milhões de toneladas (CONAB, 2019).

Assim como grãos e sementes de outras culturas, o milho costuma ser armazenado após a colheita, visando o consumo ou comercialização futura. O armazenamento de grãos e sementes, quando realizado de forma inadequada, pode acarretar enormes perdas causadas por fatores bióticos e abióticos (DEUSDARÁ, 2014). Dentre os fatores bióticos, que prejudicam a qualidade das sementes do milho durante o armazenamento, destaca-se o ataque pelo inseto *Sitophilus zeamais*, por apresentar infestação cruzada, ser praga de profundidade, danificar as sementes, tanto na fase larval quanto na fase adulta e apresentar alta taxa de proliferação em curto período de tempo (RIBEIRO et al., 2012; COPATTI; MARCON; MACHADO, 2013).

O uso de fungicidas e inseticidas têm sido, há décadas, a forma mais usual e eficaz para o tratamento de sementes na agricultura convencional (VANZOLINI et al., 2000). Entretanto, o comportamento dos produtos químicos no ambiente é bastante complexo. Quando utilizados, independentemente do modo de aplicação, estes produtos possuem grande potencial de atingir o solo e as águas. Qualquer que seja o percurso do fungicida ou inseticida no meio ambiente, invariavelmente o homem é seu potencial receptor (COSTA et al., 2013).

Além disso, a proibição do uso de produtos químicos sintéticos na agricultura orgânica, gera demanda por produtos alternativos no tratamento de sementes. Nessa perspectiva, extratos, pós e óleos essenciais de origem vegetal têm se destacado, pois possuem metabólitos secundários que pertencem a diferentes classes de substâncias químicas, apresentando atividades repelente e até de controle para insetos pragas (MELO, et al., 2014; BORSONARO et al., 2013). Além disso, são de fácil degradação, apresentam meia-vida curta e são estruturas químicas que já estão presentes na natureza.

Por serem constituídos frequentemente pela mistura de diversas substâncias, os produtos derivados de plantas podem apresentar diversos mecanismos de ação nos insetos e modos de aplicação nas sementes (MELO et al., 2014; BORSONARO et al., 2013). O mecanismo de ação é altamente dependente da espécie vegetal e das propriedades físico-

químicas de seus constituintes (BRUNETON, 1999). Já o modo de aplicação varia de acordo com o tipo de ação (repelente, deterrente, ovicida, larvicida e pupacida, análogos hormonais de insetos e dissuasores alimentares) que se espera do produto e a sua formulação (KEDIA et al., 2015).

Dentre as formas de utilização dos derivados vegetais para o controle de pragas, a formulação em pó apresenta vantagem sobre a líquida por serem de mais fácil obtenção e utilização. Ademais, essa forma de aplicação causa, na maioria das vezes, menor fitotoxidez as sementes quando comparada aos extratos e óleos essenciais. Diversos trabalhos sugerem cuidados na aplicação de produtos nas formulações de extratos e óleos essenciais devido aos efeitos negativos na germinação e no vigor das sementes (GEBREEGZIABIHER e QUFA, 2017; OLIVEIRA et al. 2018; FUNICHELLO e SANTOS, 2017).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes concentrações de pós-vegetais de *Piper nigrum* L. (pimenta do reino), *Pinnus elliottii* Engel (pinus), *Ricinus communis* L. (mamona), *Corymbia citriodora*(Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson) e *Cinnamomum zeylanicum* Blume (canela) na repelência e controle de *S. zeamais* e a influência destes pós-vegetais na qualidade fisiológica das sementes de milho, dois (tempo zero) e trinta dias (tempo 30) após o tratamento das sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Fisiologia Vegetal e Germinação e Crescimento de Plantas da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *Campus* Laranjeiras do Sul – PR. As sementes de milho foram obtidas do Instituto Agrônomo do Paraná, do município de Londrina - PR. As espécies vegetais utilizadas *P. elliottii*, *R. communis* e *C. citriodora* foram coletadas no *Campus* da Universidade Federal da Fronteira Sul, no município de Laranjeiras do Sul – PR, nas primeiras horas da manhã, e as espécies vegetais de *C. zeylanicum* e *P. nigrum* foram adquiridas nos supermercados locais do município de Laranjeiras do Sul - PR.

Para obtenção dos pós derivados de vegetais, acículas de *P. elliottii*, folhas de *C. citriodora*, e de *R. Communis* foram desidratadas em estufa a 40° C até obtenção de peso constante. Depois disso, cada espécie vegetal foi triturada em moinho de facas tipo Willye, com peneira de 2mm. As cascas *C. zeylanicum* e os frutos de *P. nigrum* foram moídos e passados em peneira de 2mm.

Para o tratamento das sementes, as mesmas foram divididas em amostras de duzentas gramas. Cada amostra foi transferida para um saco plástico para a realização dos tratamentos com os pós vegetais nas diferentes concentrações. Cada repetição foi acondicionada separadamente em sacos de rafia e colocada em baldes plásticos transparentes para o isolamento do odor dos pós derivados de vegetais. As sementes ficaram armazenadas a temperatura de 15 °C por trinta dias. Após dois e trinta dias da realização do tratamento das sementes, foram realizados testes de grau de umidade das sementes, porcentagem de germinação, índice de repelência e mortalidade de insetos.

A criação e multiplicação de *S. zeamais* ocorreu no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *Campus Laranjeiras do Sul* – PR, sob condições de temperatura de 22 °C ± 2°C e umidade relativa do ar de 60% ± 10%. A criação dos insetos foi mantida em recipientes de vidro, vedados com tecido do tipo *Voil*, contendo grãos de milho na proporção de 300g de milho para 30 insetos adultos. A cada trinta dias foi realizado o processo de repicagem, que consistiu na retirada dos insetos adultos dos frascos, deixando somente os grãos de milho, contendo ovos, larvas e pupas. Esse processo permitiu o controle sobre a natalidade e a idade dos insetos dentro de cada frasco, visto que os insetos que surgiam entre os períodos de repicagem, tinham obrigatoriamente menos de 30 dias.

O delineamento experimental utilizado nos experimentos foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema bifatorial, 5 x 4 (cinco derivados vegetais x quatro concentrações (0, 2, 4 e 6 g.kg<sup>-1</sup> de sementes)), em quatro repetições, totalizando 80 unidades experimentais. As avaliações foram realizadas em dois momentos, dois dias após o tratamento das sementes (tempo zero) e trinta dias (tempo 30) após o tratamento e armazenamento das sementes.

### **Bioensaio da qualidade fisiológica das sementes de *Zea mays* L.**

A determinação do grau de umidade das sementes foi realizada conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), pelo método de estufa a 105 °C ± 3° C durante, 24 horas.

O teste de germinação foi realizado com 4 repetições de 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram semeadas sobre papel Germitest previamente umedecido

com 2,5 mL de água destilada para cada grama de papel. Os tratamentos permaneceram por sete dias em câmara de germinação do tipo Mangelsdorf, com temperatura de 25°C.

As avaliações do número de plântulas normais foram realizadas no quarto e no sétimo dia, sendo que no sétimo dia, foi contabilizado, além do número de plântulas normais, o número de plântulas anormais, sementes mortas e dormentes. Somente as plântulas classificadas como normais foram consideradas germinadas, conforme as Regras de Análises de Sementes - RAS (BRASIL, 2009).

### **Bioensaio de repelência de insetos**

Para o teste de repelência, cada repetição de cada tratamento foi avaliada isoladamente, com o uso de uma arena, composta por três recipientes plásticos circulares (placas em acrílico, 10cm x 2cm), com o recipiente central interligado simetricamente aos outros dois por um tubo plástico transparente (10 centímetros), dispostos de forma longitudinal. Em cada recipiente da extremidade da arena foram adicionadas 20 gramas de sementes, sendo numa extremidade a testemunha e na outra, sementes com tratamento. No recipiente central foram liberados 20 insetos adultos e as avaliações foram realizadas após 24 horas. Nas avaliações, foram contabilizados o número de insetos em cada recipiente, sendo utilizadas quatro repetições para cada tratamento.

O Índice de Repelência (IR) foi determinado pela fórmula  $IR=2G/(G + P)$ , onde G = % de insetos no tratamento e P = % de insetos na testemunha. Os valores do IR variam entre 0 - 2, indicando: IR = 1, planta neutra; IR > 1, planta atraente e IR < 1, planta repelente (LIN et al., 1990). Os valores de índice de repelência foram submetidos ao teste de normalidade.

### **Bioensaio da Mortalidade de insetos**

Para o bioensaio de mortalidade de insetos, foram utilizadas quatro repetições de 20g de sementes por tratamento. As sementes de cada repetição foram colocadas em caixas plásticas transparentes, do tipo Gerbox, com dimensões de 11cm de largura, 11 cm de comprimento e 3,5 cm de altura (423,5cm<sup>3</sup>) e, posteriormente, foram adicionados 20 insetos adultos de *Sitophilus zeamais*, não sexados, com idade de 3 a 5 dias em cada Gerbox.

Foi avaliada a mortalidade dos insetos em cada repetição por tratamento, decorridas 48, 96, 144, 192 e 240 horas de exposição dos insetos ao tratamento. Os indivíduos cujas extremidades estavam totalmente estendidas e que não reagiram ao contato com uma escova após um minuto de observação foram considerados mortos.

### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos a testes de hipóteses por meio da análise da variância ( $p \leq 0,05$ ), e quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Grau de Umidade**

As sementes de milho, apresentavam grau de umidade de 11,5% dois dias após o tratamento das sementes (tempo zero). Trinta dias após a aplicação dos produtos às sementes, verificou-se pequena redução na umidade em todos os tratamentos (dados não apresentados). A menor queda na umidade foi observada no tratamento com eucalipto, na concentração  $2\text{g.kg}^{-1}$  de sementes, com redução de 0,16 pontos percentuais. Já a maior redução no teor de água das sementes foi observada no tratamento com mamona na concentração de  $6\text{g.kg}^{-1}$  de sementes, com declínio na umidade de 1,22 pontos percentuais.

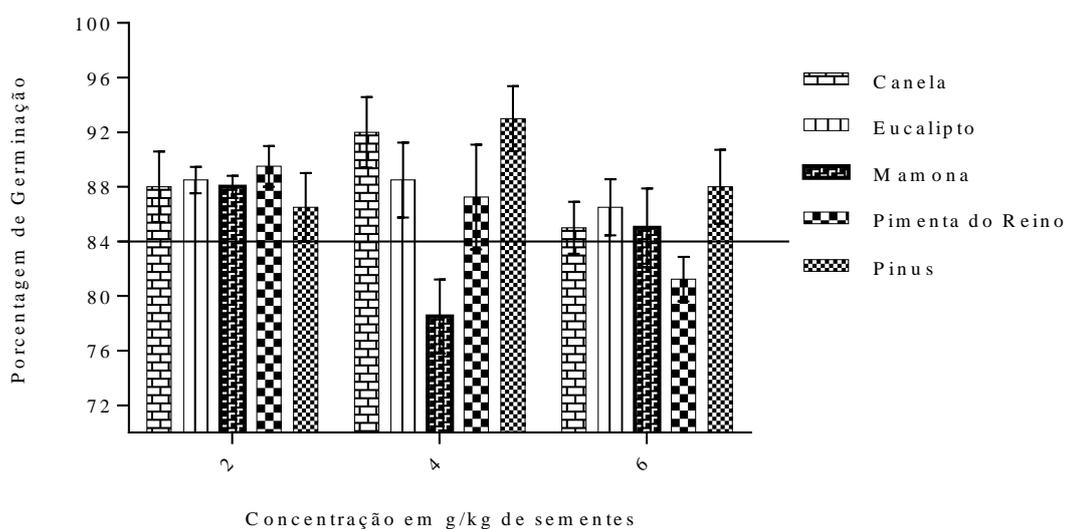
Este resultado era esperado, visto que as sementes foram tratadas com formulações em pó sem adição de nenhum líquido e ficaram armazenadas em embalagens permeáveis (sacos de rafia), que permite trocas gasosas com o ambiente e, com isso, alteram a umidade de acordo com a umidade relativa do local de armazenamento (Silva et al., 2010).

### **Porcentagem de Germinação**

A porcentagem de germinação das sementes de milho quando foram recebidas para serem utilizadas nos experimentos era de 89%. Dois dias após o tratamento (tempo zero), não foi observada alteração na porcentagem de germinação das sementes (dados não apresentados). Entretanto, após 30 dias de armazenamento, os tratamentos mamona, na concentração de  $4\text{g.kg}^{-1}$  de sementes e pimenta do reino na concentração de  $6\text{g.kg}^{-1}$  de

sementes, prejudicaram a germinação das mesmas (Figura 2), quando comparados com a testemunha (84% de germinação).

Figura 2 - Variação na porcentagem de germinação das sementes de milho (*Zea mays L.*), tratadas com diferentes concentrações de pós vegetais após trinta dias de armazenamento. A reta marca a porcentagem de germinação da testemunha.



O efeito prejudicial às sementes, através do tratamento com o pó vegetal de mamona (*Ricinus communis L.*), pode ser consequência da presença de compostos tóxicos na planta, como a ricina e a ricinina, substâncias presentes em todas as partes da planta de mamona. A ricina é um composto que existe em menor quantidade nas folhas de mamona, estando presente em maior quantidade nas sementes, entretanto, as duas substâncias possuem toxicidade semelhante (SCHUMANN, 2017). A ricina é classificada como proteína inativadora de ribossomos (RIPs) e possui comprovadamente efeito citotóxico em animais e humanos (FONSECA; SOTO-BLANCO, 2014), e de acordo com os resultados apresentados, apresenta também efeito negativo na germinação de sementes, quando submetidas a tratamentos com base no pó de suas cascas.

Algumas espécies do gênero *Piper*, como a pimenta do reino são estudados no ponto de vista fitoquímico e farmacológico pela presença de alguns compostos secundários. Esta espécie pode conter até 12 classes de metabólitos, no qual o mais conhecido é o alcalóide piperina. A piperina é um alcalóide amídico, predominante na pimenta do reino, e este foi descrito como capaz de influenciar o desenvolvimento de plantas principalmente durante a germinação, apresentando efeitos alelopáticos (MOLISH, 1937), portanto, na maior

concentração do tratamento com pimenta do reino, a quantidade de piperina pode ser sido suficiente para influenciar na qualidade fisiológica das sementes, após contato com as mesmas durante trinta dias.

Almeida et al. (2009) avaliando a perda da viabilidade das sementes de duas variedades de feijão *Vigna unguiculata* (Emepa e Corujinha), tratadas com extrato de *Piper nigrum*, durante 360 dias, verificaram eficiência na manutenção da qualidade fisiológica das sementes. Entretanto, Silva et al. (2012), utilizando extrato hidroalcoólico de pimenta do reino em diferentes concentrações (0, 10, 40, 70 e 100%) constataram que a viabilidade das sementes de milho foi afetada pelos tratamentos e condições do armazenamento, tendo ao final de 300 dias a germinação média reduzida de 91,11% para 61,54%. A maior concentração (100%) foi mais eficaz na manutenção da qualidade fisiológica das sementes de milho, apresentando durante os dez meses de armazenamento a mesma capacidade de germinação (89,63%) do início da armazenagem, discordando dos resultados encontrados neste trabalho.

Acanjo et al. (2019), constataram em seus resultados que houve uma diminuição em média de 26,1% na germinação das sementes de rabanete quando estas foram tratadas com a diluição  $10^{-2}$ ,  $10^{-5}$  e  $10^{-6}$  do extrato de pimenta-do-reino. Na germinação e no comprimento da parte aérea da alface, não foram observadas variações significativas dos tratamentos quando comparadas com controle, somente o tratamento  $10^{-2}$  apresentou diminuição na germinação de 37,5%. Pelos resultados obtidos para alface e rabanete, houve uma resposta diferencial promovidos pelas diluições do extrato alcoólico de pimenta-do-reino, sendo dependente do tipo de semente utilizada e da diluição, podendo ser observada uma reação alelopática na maior concentração, nas demais concentrações foi observado efeito semelhante aos alcalóides com a ação de fitohormônios.

No contexto atual, extratos vegetais, como os pós derivados de vegetais, exercem papel importante na agricultura moderna e sustentável e pode se tornar promissora sua utilização, quando compostos secundários presentes em sua estrutura química, apresentam efeito inibitório sobre pragas de grãos e sementes armazenados (SILVA et al., 2012). Diante disso, é importante ressaltar que, por mais que o derivado vegetal seja eficiente no controle de pragas em sementes armazenadas, se este vegetal possuir em sua composição, compostos bioativos que possam influenciar negativamente a qualidade fisiológica da semente, se torna inviável sua utilização no tratamento de sementes.

Os resultados demonstrados acima (Figura 3), são de grande relevância, pois demonstram que a maioria dos tratamentos, nas concentrações utilizadas no presente

trabalho, não afetam a qualidade fisiológica das sementes. Essas informações são escassas na literatura, já que a maior parte dos estudos com tratamentos alternativos de sementes se dedicam a avaliar a eficácia dos produtos no controle dos insetos, sendo dada pouca atenção a qualidade fisiológica das sementes.

### Repelência de insetos

Quanto à capacidade de repelência aos insetos, causada pelos tratamentos das sementes, constatou-se que a pimenta do reino e a mamona foram altamente eficazes, independentemente do tempo de armazenamento das sementes e da concentração do produto utilizado. Para os demais tratamentos, em função das diferentes respostas observadas em relação à repelência, não foi possível avaliar o efeito dos derivados vegetais na repelência do *S. zeamais* (Figuras 3 e 4).

Figura 3 - Índice de Repelência a insetos adultos de *S. zeamais* pelos tratamentos utilizados em sementes de milho (*Zea mays* L.), dois dias após o tratamento das sementes (tempo zero). Abaixo da reta, os tratamentos foram repelentes e acima, atrativos aos insetos.

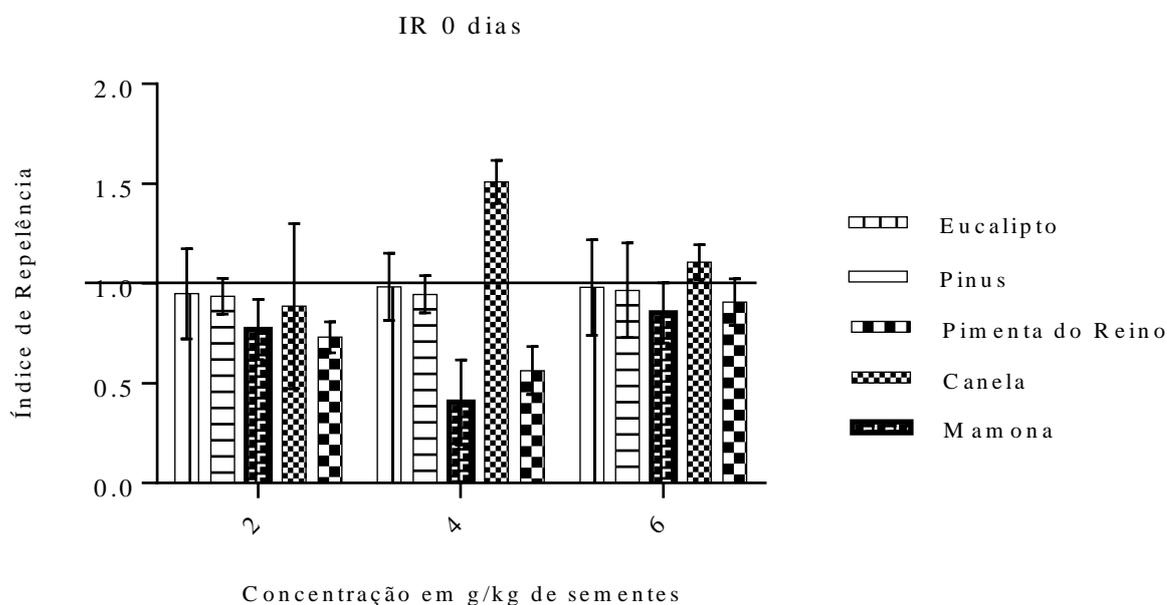
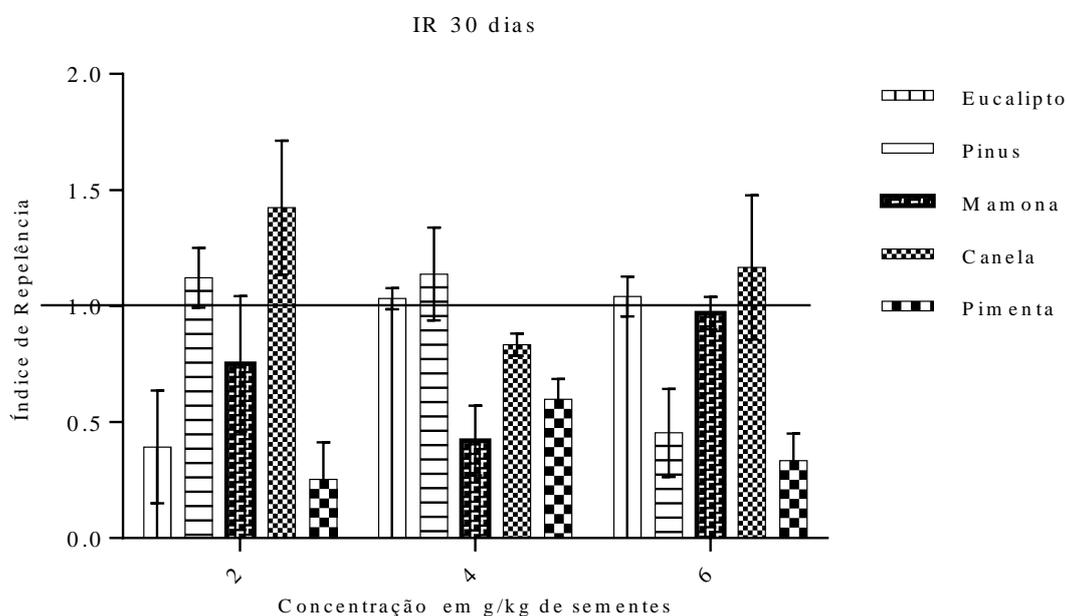


Figura 4 - Índice de Repelência a insetos adultos de *S. zeamais* pelos tratamentos utilizados em sementes de milho (*Zea mays* L.), trinta dias após o tratamento das sementes (tempo 30). Abaixo da reta os tratamentos foram repelentes e acima, atrativos aos insetos.



Diferentemente dos resultados obtidos nesse trabalho, Oliveira & Vendramim (1999), não verificaram efeito repelente do pó de pimenta do reino sobre *Callosobruchus maculatus*, mas afirmaram em seu trabalho que os pós derivados deste vegetal é uma fonte promissora de inseticida botânico. Filho et al. (2012), classificou a espécie *Piper nigrum* como neutra em relação à *Zabrotes subfasciatus*, com base em metodologia proposta por Mazzonetto & Vendramim (2003), divergindo dos resultados encontrados na presente pesquisa.

Segundo Henriques (2011), o extrato aquoso das folhas de mamoneira é eficaz no controle de inúmeras pragas, como formigas, cupins, ácaros, lagartas, moluscos, piolhos e pulgas, além de fungos e vírus causadores de doenças na agropecuária, concordando com os resultados obtidos no presente trabalho.

A repelência é de fundamental importância para a redução da infestação de pragas de armazenamento. A maioria das pragas de grãos e sementes armazenadas, apresenta característica de infestação cruzada, podendo ter início tanto no campo de cultivo da cultura quanto nos depósitos de armazenamento das sementes (JIMÉNEZ et al. 2017). Dessa maneira, a capacidade destes produtos em repelir insetos que estejam contaminando as sementes desde o campo, pode contribuir para a redução da população indesejável nos locais de armazenamento.

Estudos com plantas inseticidas têm aumentado nos últimos anos, entretanto, Procópio et al. (2003) relatam que as pesquisas ainda são incipientes comparativamente ao grande potencial botânico disponível na natureza. Além disso, a eficiência desses inseticidas naturais na repelência de insetos, é altamente variável, de acordo com a espécie de inseto a ser controlada, a espécie e parte da planta utilizada, a forma de aplicação, e até mesmo local de coleta da planta, devido as variações sazonais, ambientais e genéticas das mesmas.

### **Mortalidade de insetos**

Com relação a mortalidade dos insetos adultos de *S. zeamais*, quando em contato com as sementes de milho tratadas com diferentes pós derivados de vegetais, pôde-se observar que o tratamento pimenta do reino independente do tempo, ou seja, tanto dois dias (tempo zero) quanto 30 dias (tempo 30) após o tratamento das sementes, e independente da concentração (2, 4 ou 6g.kg<sup>-1</sup> de sementes), foi o pó vegetal mais eficiente em promover a mortalidade dos insetos (Figuras 5 a 7).

Pode-se observar que dois dias após o tratamento das sementes (tempo zero), o único tratamento eficiente em causar a mortalidade dos insetos de *S. zeamais* foi a pimenta do reino, mortalidade esta, somente eficiente a partir de 192 horas de exposição, quando observadas as concentrações de 2 e 4g.kg<sup>-1</sup>. Na concentração de 6g.kg<sup>-1</sup> de sementes, o tratamento pimenta do reino já foi eficiente em causar mortalidade dos insetos a partir de 144 horas de contato dos insetos com o produto. O tratamento com pinus na concentração de 6g.kg<sup>-1</sup> também começou a causar mortalidade, entretanto relativamente baixa, causando somente 10% de mortalidade nos insetos.

Figura 5 - Mortalidade de *S. zeamais* quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com pós derivados de vegetais na concentração de 2g.kg-1 de sementes, dois dias após o tratamento das sementes (tempo zero).

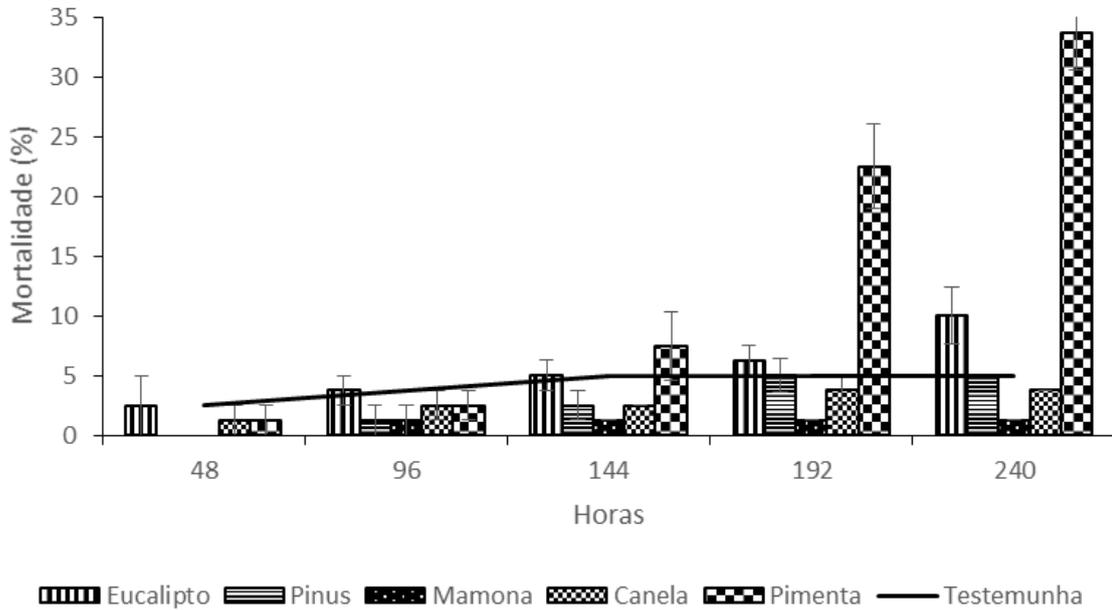


Figura 6 - Mortalidade de *S. zeamais*, quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com diferentes pós vegetais na concentração de 4g.kg-1 de sementes, dois dias após o tratamento de sementes (tempo zero).

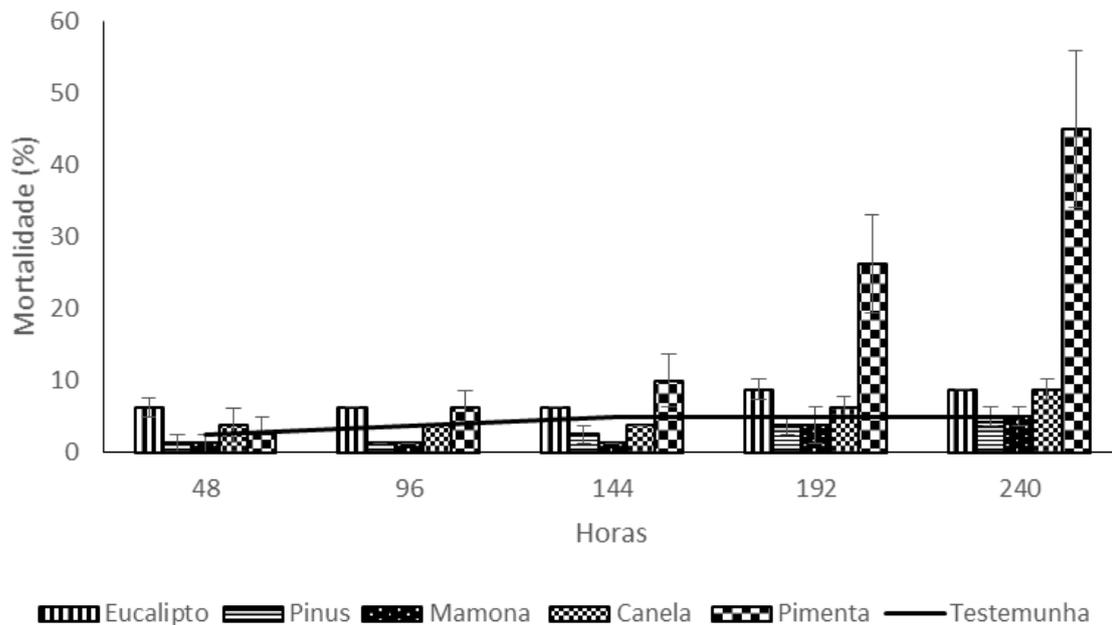
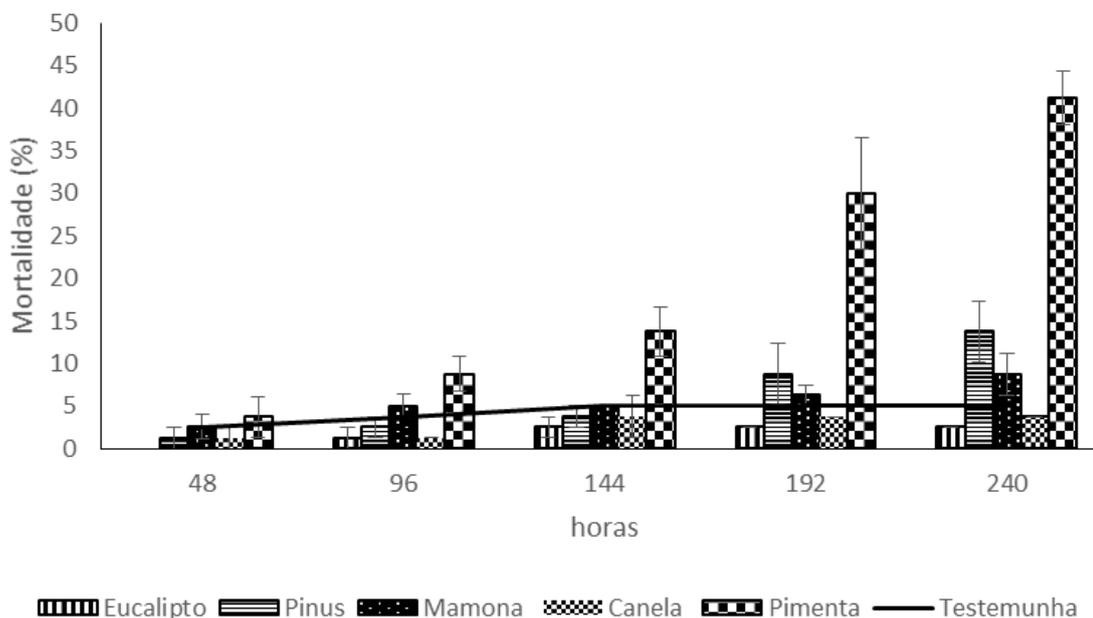


Figura 7 - Mortalidade de *S. zeamais* quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com diferentes pós vegetais na concentração de 6g.kg<sup>-1</sup> de sementes, dois dias após o tratamento de sementes (tempo zero).



Trinta dias após o tratamento das sementes de milho, pode-se observar que o tratamento com pimenta do reino ainda continuou eficiente em causar a mortalidade dos insetos. Este resultado é de alta relevância, já que um dos principais problemas do uso de inseticidas botânicos é a baixa persistência do produto, e o tratamento com pimenta do reino, pelo menos durante 30 dias, permaneceu eficiente neste parâmetro. Os outros tratamentos não se diferiram da testemunha, não mostrando eficiência em causar mortalidade nos insetos (Figuras 8 a 10).

Figura 8 - Mortalidade de *S. zeamais* quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com diferentes pós vegetais na concentração de 2g.kg<sup>-1</sup> de sementes, trinta dias após o tratamento de sementes (tempo 30).

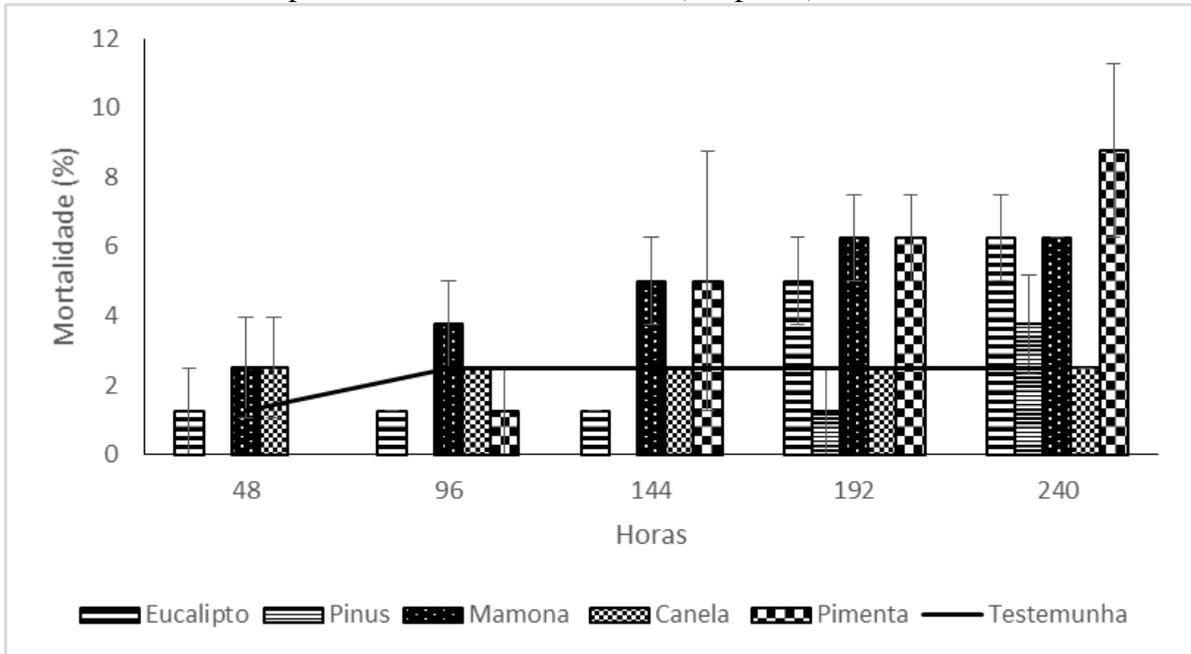


Figura 9 - Mortalidade de *S. zeamais* quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com diferentes pós vegetais na concentração de 4g.kg<sup>-1</sup> de sementes, trinta dias após o tratamento de sementes (tempo 30).

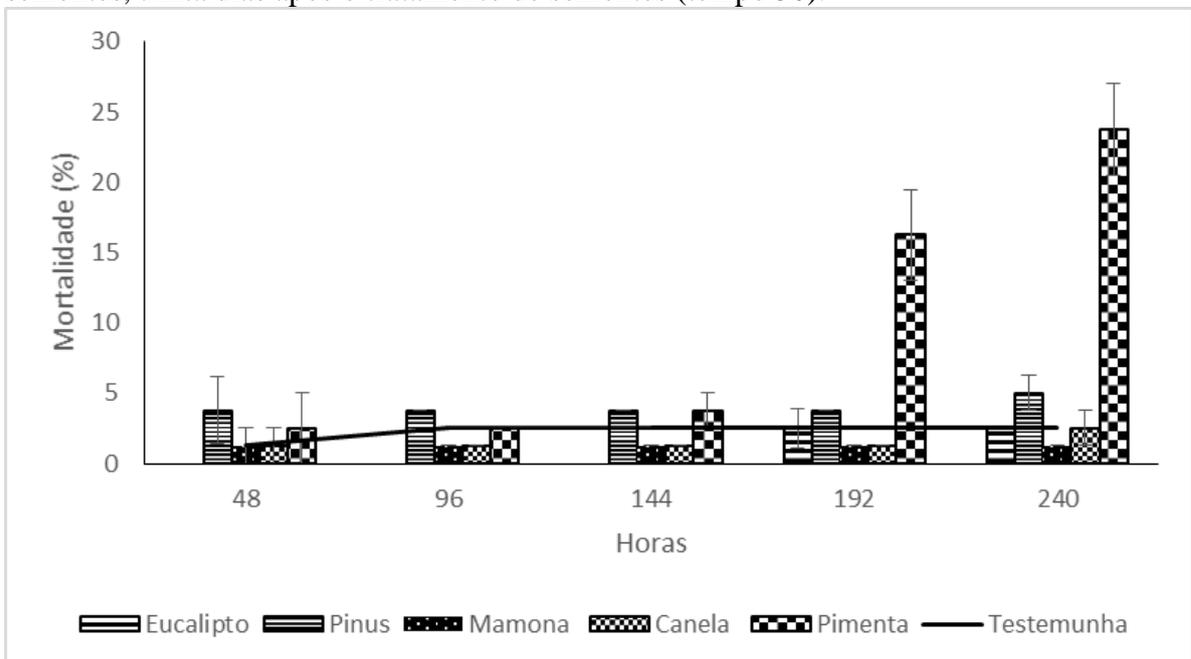
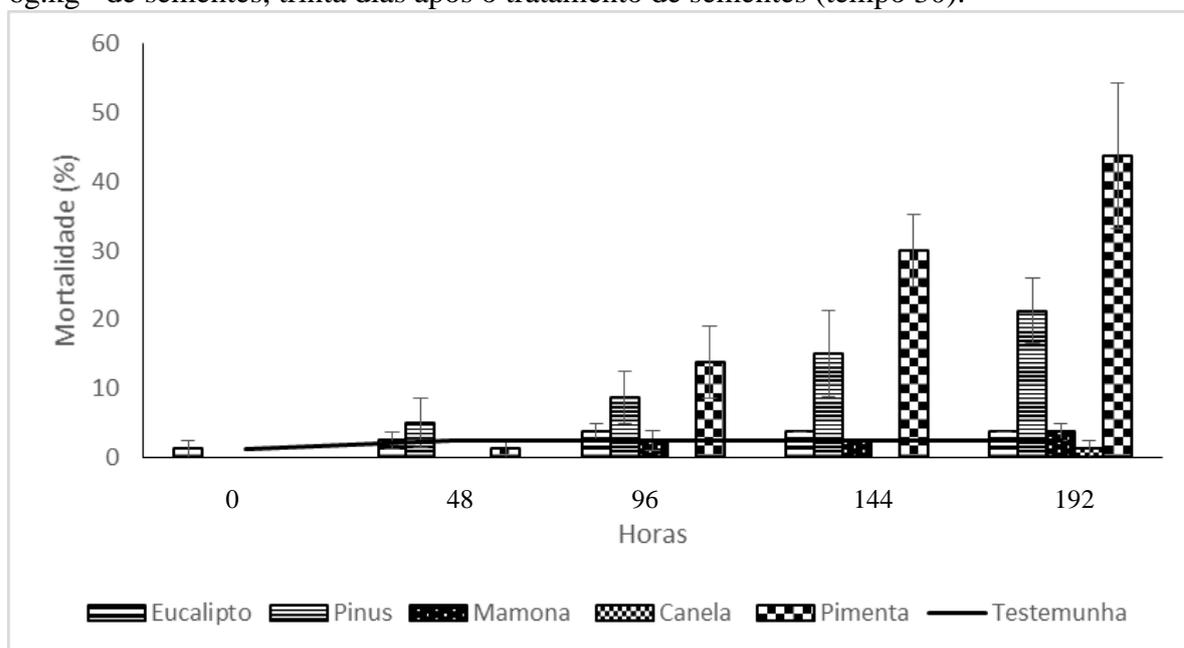


Figura 10 - Mortalidade de *S. zeamais* quando em contato, por diferentes períodos de tempo, com sementes de milho tratadas com diferentes pós vegetais na concentração de  $6g.kg^{-1}$  de sementes, trinta dias após o tratamento de sementes (tempo 30).



A toxicidade do extrato de frutos da pimenta do reino para organismos tem sido atribuída à presença de várias amidas, entre elas a piperina, seu principal constituinte (SCOTT et al. 2008). Em alguns casos as formulações em pó podem potencializar a mortalidade dos insetos por apresentar efeito adicional de ordem física. Desta forma, além da toxicidade das substâncias constituintes do produto aplicado, este pode apresentar ação de contato, causando desidratação ou obstrução dos espiráculos dos insetos (DENLOYE, 2010).

Segundo Almeida et al., (2012), os compostos derivados de *P. nigrum*, utilizados no tratamento das sementes, agem através da ingestão, e a eficiência se deve à influência no controle das fases do inseto, impedindo que as fases jovens continuem a se desenvolver até atingirem o estágio adulto.

Resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho foram encontrados por Oliveira et al., (2018) onde a pimenta do reino foi eficiente em controlar o caruncho *Acanthoscelides obtectus* em feijão, por até 75 dias de armazenamento. Musetti & Almeida (1991) avaliaram a ação de extrato acetônico de pimenta do reino, em diversas concentrações, sobre o controle de *Sitophilus zeamais* em milho. O ensaio permitiu constatar que, após 90 dias de armazenamento, a concentração de 50% apresentou 95% de mortalidade de insetos em grãos infestados.

Garcia et al., (2000), constataram que a pimenta do reino moída, na dosagem de 4 g.kg<sup>-1</sup> de sementes, foi o tratamento mais eficiente para o controle de *Zabrotes subfasciatus* em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*), cultivar Emgopa-ouro, apresentando uma maior germinação e menor número de plântulas anormais. O tratamento apresentou controle absoluto do caruncho-do-feijão durante o período de armazenamento das sementes, que foi de oito meses.

Junior et al (2014), verificaram nos resultados do seu trabalho que a pimenta dedo de moça (*Capsicumbaccatum*) e a canela em pó (*Cinnamomumzeylanicum*), na dose de 0,4 g do produto para 20 g de grãos de milho, apresentaram maior toxicidade aguda, causando 94,0% e 90,0% de mortalidade, respectivamente, em adultos de *S. zeamais*. A eficiência de *C. baccatum* e *C. zeylanicum*, na mortalidade de *S. zeamais* (Gráficos 4 à 8), pode estar relacionada ao efeito ocasionado pelas ações de contato e ingestão destes produtos (LEE et al., 2003).

Santos et al. (2008), ao utilizar extrato aquoso de folhas de mamona sobre ovos e ninfas de quinto instar do predador *Podisus nigrispinus*, observaram que o extrato, nas concentrações de 7% e 10% causou mortalidade ao predador, sendo observado os menores índices de sobrevivência, com 30% e 10%, respectivamente. Santos et al., (2008), constatou que o extrato do fruto verde de *R. communis L.* a 10% apresentou bioatividade, influenciando a duração e peso das fases larval e pupal de *S. frugiperda*. Juntamente com os dados obtidos nesse trabalho é possível verificar a eficiência de derivados de mamona em controlar insetos pragas distintas e em diferentes fases de desenvolvimento.

Coitinho et al (2006), verificaram em seu trabalho que o óleo de *E. globulus*, na dose de 50µL para 20g de sementes, apresentou a maior toxicidade aguda, causando 100% de mortalidade em adultos de *S. zeamais* em grãos de milho. Entretanto o óleo de *E. citriodora* causou uma mortalidade de 87,5%. Os óleos essenciais de eucalipto são formados por uma complexa mistura de componentes orgânicos voláteis (hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos e ésteres), destacando-se os terpenos citronelal e cineol. O monoterpeneo 1,8 cineol tem se revelado muito eficiente no controle de *S. zeamais*, devido às ações de contato, ingestão e fumigante (PRATES e SANTOS, 2002), concordando com os resultados do presente trabalho, apesar das informações sobre a utilização de pós obtidos das folhas de eucalipto ainda sejam escassas.

Os derivados botânicos podem causar diversos efeitos sobre os insetos, tais como repelência, inibição de oviposição e da alimentação, alterações no sistema hormonal, causando distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade nas

diversas fases (PERON, FERREIRA2012). A extensão dos efeitos e o tempo de ação são dependentes da dosagem utilizada, de maneira que a morte ocorre nas dosagens maiores e os efeitos menos intensos e mais duradouros nas dosagens menores. A utilização de doses sub-letais causa redução das populações em longo prazo e necessita de menores quantidade de produto. As doses letais muitas vezes tornam sua utilização inviável pela grande quantidade de material vegetal necessária (ROEL, 2001).

Contudo, segundo Menezes (2005), uma das desvantagens dos inseticidas botânicos em relação aos sintéticos é a baixa persistência do primeiro, exigindo na maioria das vezes, aplicações mais frequentes. No entanto, diversos trabalhos ressaltam os resultados promissores no controle de insetos, de várias espécies vegetais, tais como a pimenta do reino e a mamona.

## CONCLUSÕES

A pimenta do reino foi eficaz para o controle de *S. zeamais* e sua toxicidade aos insetos foi diretamente proporcional ao aumento da concentração de aplicação nas sementes de milho.

O tratamento com pimenta do reino causou alta mortalidade de *S. zeamais* em todas as concentrações de aplicação (2, 4 e 6g.kg<sup>-1</sup>), porém a concentração de 6g.kg<sup>-1</sup> prejudicou a qualidade fisiológicas das sementes de milho.

A pimenta do reino e a mamona apresentaram ação repelente ao *S. zeamais* independentemente do tempo de armazenamento das sementes e da concentração do produto utilizado.

A mamona na concentração de 4 g.kg<sup>-1</sup> e a pimenta do reino na concentração 6 g.kg<sup>-1</sup> prejudicaram a qualidade fisiológica das sementes de milho.

## REFERÊNCIAS

ACANJO, W.; et al. **Efeito do extrato alcoólico de pimenta do reino (*Piper nigrum* L.) na germinação de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.)** Disponível em <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/3331.htm>>, acesso 09 jan 2019.

AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação, e uso agrícola.** Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 2005. 58p. (EMBRAPA Agrobiologia. Documentos, 205).

ALMEIDA, F. A. C.; et al. Infestação e germinação de sementes de milho tratadas com extratos de *Piper nigrum* e *Annona squamosa*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais.** Campina Grande, v.14, n.Especial, p.457-471, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Abastecimento. Comissão Técnica de Normas e Padrões. **Normas de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do milho.** Brasília, DF, 1976. 12p

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

CARNEIRO, Z. F. Resistência de variedades de milho crioulo ao gorgulho-do-milho (*Sitophilus zeamais*) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). **Dissertação de Mestrado.** 73p. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. 2019.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. 2318-6852: **Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos.** v. 6, n. 1. Brasília: Conab, 2019. 104 p.

COITINHO, R. L. B. C.; et al. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* MOTS. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) em milho armazenado. **Revista Caatinga,** v.19, n.2, p.176-182. 2006.

COPATTI, C. E.; MARCON, R. K.; MACHADO, M. B. Avaliação de dano de *Sitophilus zeamais*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Laemophloeus minutus* em grãos de arroz armazenados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v. 17, n. 8, p. 855–860. 2013.

DENLOYE A.A.; et al. Toxicity of *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) products from Nigeria against three storage insects. **Journal of medicinal plant research.** v. 50, n. 3p.379–384, 2010.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.** *Ciênc. agrotec.* [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FONSECA, N. B. S.; SOTO-BLANCO, B. Toxicidade da ricina presentes nas sementes de mamona. **Semina: Ciências Agrárias**. V.35, n.3, p.1415-1424. Londrina, 2014.

GARCIA, J.; et al. Eficiência de produtos alternativos no controle do *Zabrotes subfasciatus* e seus efeitos sobre a qualidade de sementes de *Phaseolus vulgaris*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30, n.2, p.39-42. 2000.

GUIMARÃES, S. S.; et al. Ação repelente, inseticida e fago-inibidora de extratos de pimenta dedo-de-moça sobre o gorgulho do milho. **Arquivos do Instituto Biológico**. v.81, n.4, p. 322-328., 2014.

HENRIQUES, A. **Nutrição e controle de pragas e doenças com folhas de mamoneira**. Agro Ecológico: Informativo Técnico do Sindicato dos Trabalhadores em Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais, n. 1, p. 3. 2011.

HEBERLE, E.; et al. Qualidade fisiológica e atividade enzimática de sementes de milho durante o armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**. v.42, n.3, p. 657-665. 2019.

JAIROCE, C. F.; et al. Insecticide activity of clove essential oil on bean weevil and maize weevil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 72–77, 2016.

JIMÉNEZ, J.C; et al. Resistance categories to *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) in therapybean (*Phaseolus acutifolius*), new sources of resistance for dry bean (*Phaseolusvulgaris*) breeding. **Crop Protection**, v. 98, n. 1, p. 255-266, 2017.

JUNIOR, J. L. A. M. **Atividade inseticida de produtos vegetais no controle natural de Sitophilus zeamais MOTS.** (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) em grãos de milho armazenado. Disponível em <<http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=1739>>, acesso 06 jan 2019. 2014.

LANGNER, J. A.; et al. Mayze: Key agricultural crop in food security and sovereignty in a future with water scarcity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.9, p. 648-654.2019.

LIN, H.; KOGAN, M.; FISCHER, D. Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. **Environmental Entomology**. v. 19, p. 1852-1857, 1990.

LEE, S.; PETERSON, C. J.; COATS, J. R. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.77-85, 2003.

MARTIN, B. C.; et al. Potencial fisiológico das sementes de genótipos de milho produzidas em sistema orgânico. **Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente**. V. 7, n. 1. P. 62-68. 2018.

MENEZES, E.L.A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 58p., 2005.

NERLING, D.; et al. Qualidade física e fisiológica de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.13, n.3, p.238-246, 2014.

OLIVEIRA, M. R. et al. Tratamentos alternativos em sementes de feijão para repelência de *Acanthoscelides obtectus* (SAY). **Journal of seed Science**. Londrina, v. 40, n. 4, p. 362-369, 2018.

PERON, F.; FERREIRA, G. C. A. Potencial inseticida de extrato de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) no controle da Lagarta do Cartucho (*Spodoptera frugiperda*). **Anais Eletrônico.....** VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica. 8p. 2012.

PINTO, C. A. G.; et al. Image analysis in the evaluation of the physiological potential of maize seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 319–328, 2015.

PRATES, H.T; SANTOS, J.P. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados. p. 443-461. **in:** LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SENSSEL, V.M. (eds.), Armazenagem de grãos. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 2002. 1000p.

PROCÓPIO, T. F et al. Interferência do extrato aquoso de folhas de *Tradescantia spathacea* na fisiologia nutricional do gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais*. **Revista Arrudea**, v. 1, n. 1, p. 023–027, 2015.

SANTOS, H. O.; et al. Eficiência do extrato aquoso de folhas de mamona (*Ricinus communis* L.) sobre ovos e ninfas de quinto instar do predador *Podisus nigrispinus* dallas (Pentatomidae). **In:** V Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2008, Lavras. V Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2008.

SCOTT, I. M.; et al.. A review of *Piper ssp.* (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. **Phytochemistry Review**, Dordrecht, v. 7, n. 1, p. 65-75, 2008.

SCHUMANN, A. M. Compostos bioativos no pinhão manso e na mamona: potencial de utilização de seus subprodutos na alimentação de ovinos. **Tese de Doutorado**. 101p. Universidade de São Paulo. Piracicaba.

SILVA, A. L.; et al. Qualidade fisiológica e controle de sementes de milho tratadas com *Piper nigrum*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n.2, p. 131-142, 2012.

SILVA, F.S.; et al. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.8, n.1, p.45-56, 2010.

SILVEIRA, R. D.; Influência da temperatura do grão de milho, no momento da pulverização, e do período de armazenamento, na mortalidade de *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, pela mistura bifenthrin e pirimifós-metil. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.31, p.120-124, 2006.

VILARINHO, M. K. C. Inseticidas químicos e extratos vegetais aquosos no controle de *Sitophilus zeamais* em grãos de milho sob condições de armazenamento. **Dissertação de Mestrado**. 84p. Universidade Federal do Mato Grosso. Rondonópolis.

## CAPÍTULO II: TRATAMENTOS COM PIMENTAS E PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO PARA CONTROLE E REPELÊNCIA DE *Sitophilus zeamais*

### RESUMO

Um dos problemas durante o processo de armazenamento de sementes de milho está relacionado à presença e aos danos causados por insetos-praga. Dentre estes se destaca com grande importância, a praga primária interna *Sitophilus zeamais*. O uso de fumegantes é a prática mais utilizada para o controle deste inseto. Devido aos diversos problemas ocasionados pelo uso abusivo e incorreto desses produtos, se faz crescente o uso de inseticidas botânicos produzidos a partir de extratos naturais de plantas. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência da peliculização e de diferentes pós de pimenta na repelência e no controle do gorgulho do milho e sua influência na qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento de sementes de milho. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, adotando-se o esquema trifatorial 5 x 4 x 2 e um adicional, sendo cinco tratamentos (Pimenta do reino (*Piper nigrum* L.), Pimenta caiena (*Capsicum annuum* L.) Pimenta Jamaica (*Pimenta dioica* L.), Pimenta dedo de moça (*Capsicum baccatum* L.) e testemunha), quatro períodos de avaliação (0, 45, 90 e 135 dias), com e sem peliculização e um tratamento adicional (inseticida químico – Gastoxin® B57), com quatro repetições. Foram realizados bioensaios para avaliação da qualidade fisiológica das sementes (porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de plântulas), de infestação, peso de mil sementes, repelência e mortalidade de insetos. O uso da peliculização prejudicou o efeito inseticida dos pós de origem vegetal contribuindo para o aumento da infestação de insetos e por conseguinte redução da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento. De forma geral, os tratamentos com pimenta do reino e pimenta dedo de moça não prejudicaram a qualidade fisiológica das sementes e foram os melhores tratamentos, neste parâmetro, com ou sem peliculização. Os tratamentos que causaram maior mortalidade foram pimenta do reino e pimenta jamaica, sem peliculização. No entanto, se faz necessário maiores estudos sobre dosagem, forma de utilização e período de armazenamento.

**Palavras chave:** Derivado Vegetal. Efeito Inseticida. Armazenamento. *Film Coating*.

### ABSTRACT

One of the problems during the corn seed storage process is related to the presence and damage caused by insect pests. Among these, the internal primary pest *Sitophilus zeamais* stands out with great importance. The use of fumigants is the most used practice to control this insect. Due to the various problems caused by the abusive and incorrect use of these products, the use of botanical insecticides produced from natural plant extracts is increasing. Thus, the objective of the work was to evaluate the efficiency of pelliculation and different pepper powders in the repellency and control of corn weevil and its influence on the physiological quality of seeds during the storage of corn seeds. The experimental design used was completely randomized, adopting the 5 x 4 x 2 three-factor scheme and an additional one, with five treatments (Black pepper (*Piper nigrum* L.), Cayenne pepper (*Capsicum annuum* L.) Jamaica pepper (*Pepper dioica* L.), Lady's finger pepper (*Capsicum baccatum* L.) and control), four evaluation periods (0, 45, 90 and 135 days), with and

without pelliculation and an additional treatment (chemical insecticide - Gastoxin® B57), with four repetitions. Bioassays were carried out to evaluate the physiological quality of seeds, infestation, repellency and insect mortality. The use of pelliculization impaired the insecticidal effect of powders of vegetable origin, contributing to the increase of insect infestation and consequently reducing the physiological quality of seeds during storage. In general, the black pepper and lady's finger pepper treatments reduced, to a lesser extent, the physiological variables of the seeds. The treatments that caused the highest mortality were black pepper and jamaica pepper, without pelliculation. However, further studies on dosage, form of use and storage period are necessary.

**Key words:** Vegetable Derivative. Insecticide effect. Storage. Film Coating.

## INTRODUÇÃO

A necessidade crescente de produtos agrícolas para suprir a demanda mundial de alimentos, tendo em vista o crescimento populacional, exige que a qualidade da semente colhida na lavoura seja mantida durante o armazenamento com o mínimo de perdas (VALLONE, 2015). Aproximadamente 80 milhões de toneladas de sementes são produzidas por ano no Brasil e estima-se que 20% da produção são desperdiçadas no processo de colheita, transporte e armazenamento, e que metade dessas perdas é devido ao ataque de pragas durante o armazenamento (IBIMILHO, 2014).

No que se refere a cultura do milho, a produção brasileira está estimada em 245,8 milhões de toneladas, um aumento de 1,6%, ou seja, 3,9 milhões de toneladas a mais em relação à safra 2018/2019 (CONAB, 2019). Atualmente 84% dos estabelecimentos rurais brasileiros são de agricultores familiares, e estes são responsáveis por 46% do milho nacional produzido (IBGE, 2020).

Os agricultores familiares, na maioria das vezes, utilizam sementes de sua própria produção, e necessitam armazenar as sementes da colheita para a semeadura subsequente. Progressivamente, a armazenagem assume cada vez mais importância no processo de produção de sementes, isso porque geralmente ocorre um intervalo de tempo entre a colheita da semente e a semeadura subsequente, que pode durar dias ou se estender por vários meses (LIMA, 2018).

Um dos problemas na armazenagem de sementes de milho está relacionado à presença e aos danos causados por insetos-praga. Dentre estes destaca-se a praga primária *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), comumente chamada de gorgulho-do-milho (ANTUNES, DIONELLO, 2017). O uso de fumegantes (fosfeto de

alumínio e de magnésio) e inseticidas protetores (piretróides e organofosforados) é a prática mais utilizada para controle deste inseto. Porém, o uso indiscriminado dos inseticidas protetores e fumegantes para o controle de insetos-praga de produtos armazenados, aliado às técnicas inadequadas de uso, têm favorecido a seleção de populações resistentes (ANTUNES, DIONELLO, 2017).

Nesse contexto, se faz crescente o uso de inseticidas botânicos, produzidos a partir de extratos naturais de plantas. Estes, se constituem em uma fonte de substâncias bioativas, compatíveis com programas de manejo integrado de pragas (MIP). Levando em consideração a relação custo/benefício, bem como o interesse e/ou impacto no ambiente, produtores e sociedade, baseado nos preceitos ecológicos, econômicos e sociais, os inseticidas botânicos tornam-se alternativa viável e acessível ao agricultor familiar, além de reduzir o impacto ambiental sem deixar resíduos químicos (CARVALHO, 2012).

Em algumas espécies de plantas, a sua constituição química, lhes conferem certas características, como por exemplo, a de repelência a insetos pragas, sendo possível sua utilização como inseticidas botânicos. As pimentas, como a pimenta do reino (*Piper nigrum* L.), pimenta caiena (*Capsicum annuum* L.), pimenta jamaica (*Pimenta dioica* L.) e pimenta dedo de moça (*Capsicum baccatum* L.) são exemplos destas plantas. A maior parte do conhecimento sobre o uso das pimentas como tratamento alternativo no controle e repelência de insetos pragas é oriundo do conhecimento empírico, e ainda se tem pouca informação científica sobre fitotoxidez que essas espécies podem causar as sementes, ou seja, se estas plantas podem influenciar negativamente na qualidade fisiológica das sementes (SOUZA, et al., 2015).

O efeito repelente dos derivados vegetais das pimentas é atribuído aos compostos ativos alcalóides, e da cap-saicina, presentes nas plantas do gênero *Capsicum*. Desse modo, os frutos do gênero *Capsicum* são as partes normalmente utilizadas na tentativa de obtenção do efeito fagoinibidor para insetos, efeitos atribuídos à presença de capsaicinóides. No entanto, verifica-se que propriedades diferentes são atribuídas a cada parte dessa espécie vegetal. Os constituintes químicos provenientes do metabolismo secundário do gênero *Capsicum* (alcalóides, diterpenóides, flavo-nóides, compostos fenólicos e saponinas) conferem à planta ação repelente característica (GUIMARÃES et al., 2014)

Apesar do efeito positivo do tratamento de sementes com derivados vegetais, um fator determinante da sua utilização em forma de pó é a dificuldade de distribuição e homogeneização das sementes, a baixa uniformidade e a pouca aderência do produto utilizado às sementes. Assim, uma nova tecnologia, que vem sendo utilizada em hortaliças

e que pode ser adotada em sementes de milho, é a utilização do processo de peliculização. Este processo, nada mais é, do que recobrir as sementes com uma camada de filme constituída de polímeros e outras substâncias de recobrimento, não havendo alteração no tamanho e formato das sementes (CUSTÓDIO et al., 2011).

Diante do exposto, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar a eficiência da peliculização e de diferentes pós derivados de pimentas (pimenta do reino, pimenta caiena, pimenta dedo de moça e pimenta jamaica), na repelência e no controle do gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais*) e sua influência na qualidade fisiológica das sementes de milho, durante o armazenamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Fisiologia Vegetal, Germinação e Crescimento de plantas e Fisiologia Vegetal da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus* Laranjeiras do Sul – Paraná.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, adotando-se o esquema trifatorial 5 x 4 x 2 e um adicional, sendo cinco tratamentos (Pimenta do reino (*Piper nigrum* L.), Pimenta caiena (*Capsicum annuum* L.) Pimenta Jamaica (*Pimenta dioica* L.), Pimenta dedo de moça (*Capsicum baccatum* L.) e testemunha), quatro períodos de avaliação (0, 45, 90 e 135 dias), com e sem peliculização e um tratamento adicional (inseticida químico – Gastoxin® B57), com quatro repetições.

Devido à baixa eficiência dos demais tratamentos utilizados no primeiro experimento, além da superioridade dos resultados obtidos com o tratamento com a pimenta do reino, optou-se por utilizar outras pimentas, além da pimenta do reino, para realizar a segunda etapa do presente trabalho.

Os pós-derivados de pimenta do reino, pimenta caiena, dedo de moça e pimenta jamaica foram obtidos em loja especializada em produtos naturais, localizada no município de Laranjeiras do Sul, Paraná. Os produtos foram acondicionados em recipientes de vidro, vedados com tampa e permaneceram sob refrigeração durante todo o período utilização no experimento.

A criação e multiplicação de *S. zeamais* ocorreu no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *Campus* Laranjeiras do Sul – PR, sob condições de temperatura de 22 °C ± 2°C e umidade relativa do ar de 60% ± 10%.

A criação dos insetos foi mantida em recipientes de vidro, vedados com tecido do tipo *Voil*, contendo grãos de milho na proporção de 300g de milho para 30 insetos adultos. A cada trinta dias era realizado o processo de repicagem, que consiste na retirada dos insetos adultos dos frascos, deixando somente os grãos de milho, contendo ovos, larvas e pupas. Esse processo permitiu o controle sobre a natalidade e a idade dos insetos dentro de cada frasco, visto que os insetos que surgiam entre os períodos de repicagem, tinham obrigatoriamente menos de 30 dias.

O polímero de peliculização utilizado nos tratamentos foi fornecido pela empresa Biogrow®. Segundo o fabricante, são polímeros orgânicos, pigmentados e de formulação líquida, projetados para promover uma maior eficiência dos produtos químicos, formulados em pó, para o tratamento de sementes, com o objetivo de contribuir para a redução da emissão de poeira durante o tratamento e desprendimento do produto químico.

As sementes de milho foram submetidas a diferentes tratamentos, conforme Tabela 1. Para o tratamento, as sementes foram igualmente divididas, cada repetição com 800 gramas de sementes, colocadas em sacola plástica, totalizando 44 unidades. Os produtos foram aplicados nas devidas quantidades e homogeneizados. Após o tratamento das sementes, cada repetição foi acondicionada em sacos de ráfia e acomodadas em béquer plástico individual de volume aproximado de dois litros.

Três dias após o tratamento das sementes, foi realizada a infestação de cada repetição contendo as sementes tratadas, com 40 insetos adultos, não sexados, com idade de 3 a 5 dias. Os béqueres plásticos tiveram suas extremidades vedadas com tecido *Voil*, e amarrados com elástico para evitar a saída dos carunchos. Os tratamentos ficaram armazenados por 135 dias a sombra, à temperatura média de 25° C.

Tabela 1 - Tratamentos das sementes de milho utilizados nos experimentos.

Nº	TRATAMENTO	Concentração
1	Semente tratada com pó de frutos de pimenta-do-reino	5g.kg <sup>-1</sup> de sementes
2	Semente tratada com pó de frutos de pimenta-do-reino + polímero	5g.kg <sup>-1</sup> de sementes
3	Semente tratada com pimenta caiena	5g.kg <sup>-1</sup> de sementes
4	Semente tratada com pimenta caiena + polímero	5g.kg <sup>-1</sup> de sementes
5	Semente tratada com pimenta dedo de moça	5g.kg <sup>-1</sup> de sementes
6	Semente tratada com pimenta dedo-de-moça + polímero	5g.kg <sup>-1</sup> de sementes
7	Semente tratada com pimenta Jamaica	5g.kg <sup>-1</sup> de sementes
8	Semente tratada com pimenta jamaica + polímero	5g.kg <sup>-1</sup> de sementes
9	Semente tratada com Gastoxin® B57	3g.m <sup>-3</sup> de sementes (recomendação do fabricante)
10	Semente tratada com polímero	Até recobrimento total das sementes
11	Semente sem nenhum tratamento (Testemunha)	Não se aplica

### **Bioensaio da qualidade fisiológica de sementes de *Zea mays* L.**

A cada período de armazenamento (0, 45, 90 e 135 dias) uma amostra de sementes de cada repetição foi retirada para a realização dos seguintes testes: grau de umidade, germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), emergência e índice de velocidade de emergência (IVE), repelência de insetos, infestação de sementes, mortalidade de insetos e peso de mil sementes.

A determinação do grau de umidade das sementes foi realizada conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), pelo método da estufa a 105 ± 3° C, durante 24 horas.

Os testes de germinação e IVG foram realizados em 4 repetições de 50 sementes para cada tratamento, as quais foram semeadas sobre papel Germitest previamente

umedecido com 2,5 ml de água destilada para cada grama de papel. Os tratamentos permaneceram por sete dias em câmara de germinação do tipo Mangelsdorf, com temperatura de 25°C. No sétimo dia foi contabilizado o total de plântulas normais, anormais, mortas e dormentes e somente as classificadas como normais foram consideradas germinadas, conforme as Regras de Análises de Sementes - RAS (BRASIL, 2009).

O IVG foi avaliado conjuntamente com o teste de germinação. As contagens do número de plântulas normais foram realizadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgiram as primeiras normais. Posteriormente, foi calculado o índice de velocidade de germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962), citado por Vieira & Carvalho (1994).

$$\text{IVG: } G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$$

em que:

IVG: índice de velocidade de germinação;

G1, G2, ... Gn = número de plântulas normais, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem;

N1, N2, ..., Nn = número de dias de semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

Para o teste de Emergência e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), quatro repetições de 50 sementes, totalizando 200 sementes para cada tratamento, foram semeadas a 3 cm de profundidade, em bandejas plásticas com dimensões de 45,0 x 30,0 x 6,5 cm, utilizando como substrato uma mistura de solo e areia em uma proporção de 3:1. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação e foram irrigadas quando necessário, com o mesmo volume de água.

O índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas foi avaliado conjuntamente com o teste de emergência. A partir da emergência das primeiras plântulas foram realizadas avaliações diárias, computando-se o número de plântulas emergidas, até a estabilização. O índice de velocidade de emergência foi calculado em seguida, segundo fórmula proposta por Maguire (1962), citado por Vieira & Carvalho (1994).

$$\text{IVE: } G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$$

em que:

IVE: índice de velocidade de emergência;

$G_1, G_2, \dots, G_n$  = número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem;

$N_1, N_2, \dots, N_n$  = número de dias de semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

### **Peso de mil sementes**

O teste para determinar o peso de mil sementes foi realizado conforme metodologia descrita pela RAS (BRASIL, 2009), onde foram contadas ao acaso, oito repetições de 100 sementes para cada tratamento. Em seguida as sementes de cada repetição foram pesadas.

### **Bioensaio de sementes infestadas**

A avaliação de sementes infestadas (danificadas por insetos) foi realizada seguindo especificações da RAS (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Em cada repetição foi computado o número de sementes perfuradas pelo inseto. As sementes que não tinham perfurações e danos visíveis dos insetos, foram imersas em água pelo período de 24 horas, a fim de amolecê-las e, posteriormente, cortadas individualmente de forma a assegurar uma perfeita observação das estruturas internas, para constatação de ovos, larvas, pupas e insetos adultos, bem como orifícios de saída de insetos. O resultado foi expresso em porcentagem de sementes infestadas.

### **Bioensaio de repelência**

Para o teste de repelência, cada tratamento foi avaliado isoladamente, com o uso de uma arena composta por três recipientes plásticos circulares (placas em acrílico, 90 x 15 mm), com o recipiente central interligado simetricamente aos outros dois por um tubo plástico transparente de 10 centímetros, dispostos na forma longitudinal. Em cada recipiente da extremidade da arena foram colocados 20 gramas de sementes, sendo numa extremidade a testemunha e na outra um tratamento. No recipiente central foram liberados 20 insetos adultos e as avaliações foram realizadas após 72 horas. Nas avaliações foram quantificados o número de insetos em cada recipiente. Foram utilizadas 4 repetições para cada tratamento.

Foi determinado o Índice de Repelência (IR) pela fórmula  $IR=2G/(G + P)$ , onde G = % de insetos no tratamento e P = % de insetos na testemunha. Os valores do IR variam entre 0 - 2, indicando: IR = 1, planta neutra; IR > 1, planta atraente e IR < 1, planta repelente (LIN et al., 1990). Os valores de índice de repelência foram submetidos ao teste de normalidade.

### **Bioensaio de mortalidade de insetos**

Para esse bioensaio foram utilizadas 4 repetições de 20 g de sementes por tratamento. As sementes foram colocadas em caixas de germinação de sementes (gerbox) com dimensões de 11 x 11 x 3,5 cm (423,5 cm<sup>3</sup>) e, posteriormente, adicionados 20 insetos adultos de *Sitophilus zeamais*, não sexados em cada placa. Foi avaliada a mortalidade dos insetos em cada repetição por tratamento, decorridas 48, 96, 144, 192 e 240 horas de exposição as sementes tratadas. Indivíduos cujas extremidades estavam totalmente estendidas e que não reagiram ao contato com uma escova após um minuto de observação, foram considerados mortos.

### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos a testes de hipóteses por meio da análise da variância ( $p \leq 0,05$ ), e quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott e Dunnett a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os dados obtidos na determinação do grau de umidade das sementes durante o armazenamento (Figuras 11 e 12) não foram submetidos à análise estatística.

No geral, pôde-se verificar pequena variação no teor de água das sementes, independentemente da peliculização, dentro dos tratamentos e entre os tratamentos, durante o armazenamento. A variação na umidade das sementes ficou entre 9,75% e 12,5%, considerado aceitável para embalagens permeáveis, como a utilizada no presente trabalho.

Esse tipo de embalagem permite a troca de umidade entre as sementes e o ambiente em que se encontram, causando oscilações na umidade das sementes conforme a umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento se altera. O equilíbrio higroscópico é influenciado pela composição química da semente, integridade física, estado sanitário, gradientes termo hídricos e as operações de pós colheita, dentre as quais a secagem e o armazenamento são as mais importantes (CARNEIRO et al., 2005).

O teor de água superior ao recomendado para o armazenamento seguro é uma das principais causas da perda da qualidade das sementes. Para o armazenamento de sementes de milho, umidade entre 12% e 13% são consideradas adequadas, sendo que umidade inferior a 12% não permite o desenvolvimento da maioria das espécies de insetos-praga (SENAR 2018).

Figura 11 - Umidade de sementes (%) de *Zea mays* L., submetidas a diferentes tratamentos e não peliculizadas, aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento.

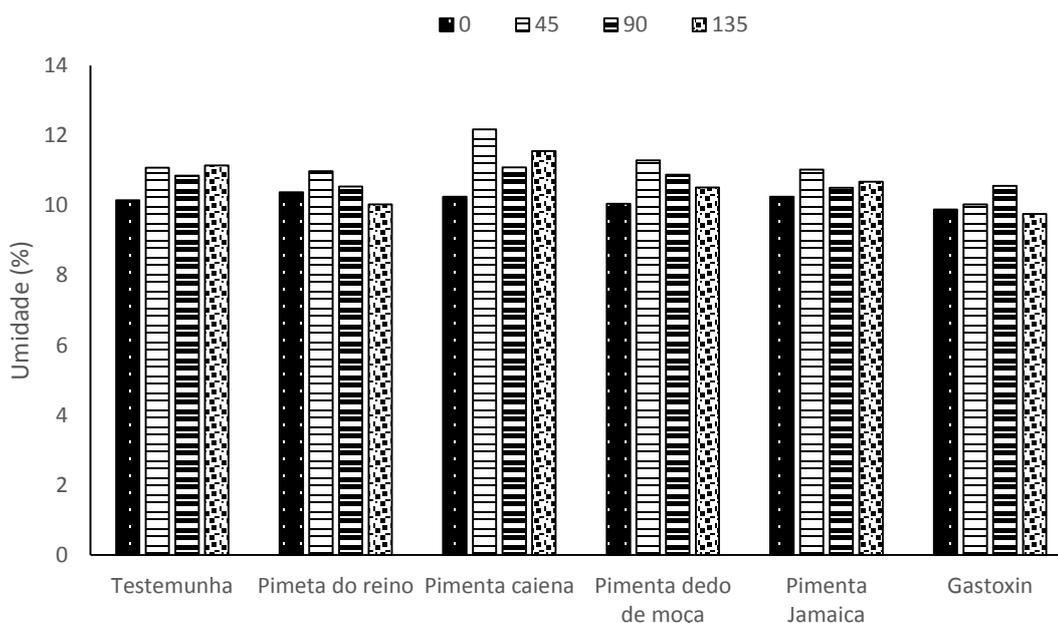
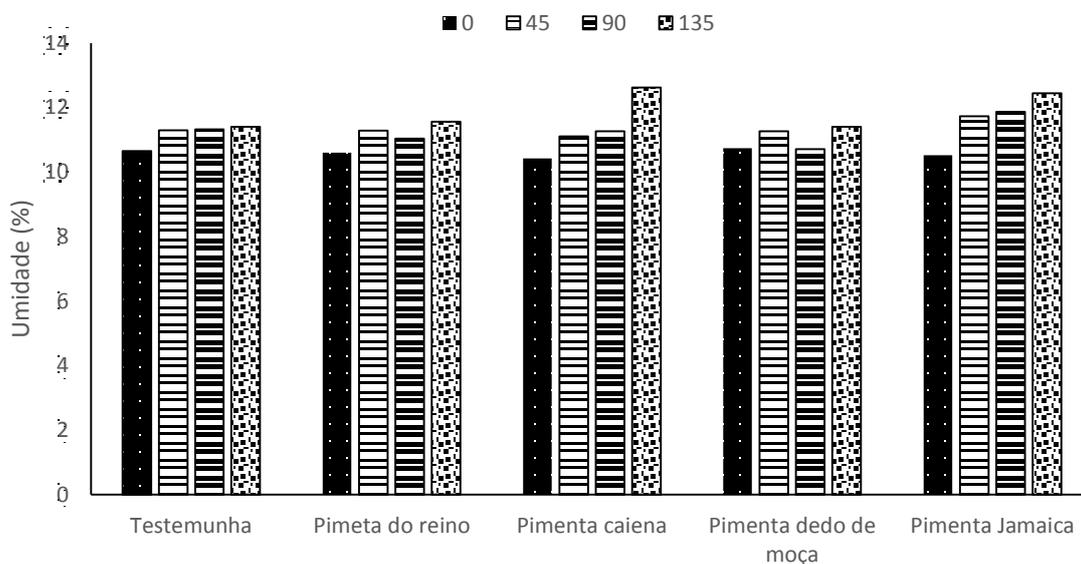


Figura 12 - Umidade de sementes (%) de *Zea mays* L., submetidas a diferentes tratamentos e peliculizadas aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento.



Com relação ao peso de mil sementes (Tabela 2), durante o período de armazenamento houve redução do peso das sementes para todos os tratamentos, combinado ou não com o uso da peliculização e para o uso do inseticida. Não houve diferença entre os tratamentos, com ou sem o uso de peliculização, para os tempos 0, 45 e 90 dias.

Aos 0 e 45 dias nenhum tratamento se diferenciou do inseticida. Aos 90 dias se diferenciou apenas pimenta caiena sem peliculização. Aos 135 dias não se diferenciaram pimenta dedo de moça com peliculização e testemunha, pimenta jamaica e pimenta dedo de moça sem peliculização. Menores reduções no peso de mil sementes foram obtidas com o uso de pimenta dedo de moça com uso da peliculização e pimenta do reino sem peliculização, com reduções de 6,5% e 1,7%, respectivamente.

Segundo Lazzari (1997) e Caneppele et al. (2003) a perda de peso de sementes e grãos está diretamente relacionada com a integridade biológica destas e sua redução pode ser devido a danos causados por insetos e a presença de bolores fúngicos, sendo este último mais acentuado com o aumento da umidade das sementes e o período de armazenamento.

Tabela 2 - Peso de mil sementes de *Zea mays* L., tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização, aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento.

Tratamento	Tempos de armazenamento							
	0		45		90		135	
	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem
Testemunha <sup>1</sup>	367,9Aa	375,5aA	368,3 aA	372,7aA	357,5aA*	365,8 aA	333,6bB*	353,4bA
P. caiena <sup>2</sup>	370,3aA	369,3aA	369,1aA	365,1aA	358,9aA*	361,6aA*	322,1bB*	342,6cA*
P. jamaica <sup>3</sup>	369,1aA	376,3aA	368,6 aA	369,7aA	357,7aB*	368,3 aA	317,1bB*	357,7bA
P. do reino <sup>4</sup>	374,0aA	371,6aA	372,5 aA	370,9aA	360,6aB*	373,7 aA	337,8bB*	368,8aA*
P. D. de moça <sup>5</sup>	374,4aA	373,4aA	369,5 aA	368,4aA	363,7aA*	365,0 aA	350,3aA	354,2bA
Inseticida <sup>6</sup>	374,0		369,6		371,0		358,3	

Minúscula: compara na coluna pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

Maiúscula: compara na linha dentro do tempo pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

\*: difere do inseticida pelo Teste de Dunnett a 5%.

<sup>1</sup>com:  $y=373,94 - 11,37x$   $R^2=0,81$

<sup>1</sup>sem:  $y= 377,86 - 7,32x$   $R^2= 0,92$

<sup>2</sup>com:  $y=378,10 - 15,49x$   $R^2=0,78$

<sup>2</sup>sem:  $y=372,24 - 8,36x$   $R^2=0,83$

<sup>3</sup>com:  $y=378,17 - 16,67x$   $R^2=0,76$

<sup>3</sup>sem:  $376,64 - 5,73 x$   $R^2=0,91$

<sup>4</sup>com:  $y=379,36 - 12,05 x$   $R^2=0,86$

<sup>4</sup>sem: ns

<sup>5</sup>com:  $y= 376,26 - 7,82 x$   $R^2= 0,93$

<sup>5</sup>sem:  $y=374,49 - 6,12 x$   $R^2=0,93$

<sup>6</sup>y=375,14 - 4,57 x  $R^2=0,73$

Para os dados de porcentagem de germinação (Tabela 3), observou-se para os tempos 0 e 45, não houve diferença para os tratamentos com os pós de pimenta, com ou sem a peliculização, além disso nenhum tratamento se diferiu do inseticida. Para o tempo de armazenamento de 90 dias, o inseticida obteve as maiores médias de germinação, no entanto não se diferiu de pimenta caiena com peliculização e de pimenta jamaica, pimenta do reino e pimenta dedo de moça sem peliculização.

Em comparação a testemunha, não diferiram pimenta caiena e pimenta dedo de moça com peliculização. Sem peliculização, não houve diferença entre os tratamentos comparados com a testemunha isso até os 90 dias de armazenamento. Para o período de armazenamento de 135 dias, se observa que o inseticida manteve as maiores porcentagens de germinação e todos os tratamentos com uso da peliculização se diferiram do inseticida, ou seja, tiveram menores porcentagens de germinação.

Ainda aos 135 dias, sem o uso da peliculização, não se diferiram do inseticida (ou seja, foram tão eficientes quanto) os tratamentos com pimenta jamaica e pimenta do reino. Além disso, os tratamentos com pimenta jamaica e pimenta do reino mantiveram a porcentagem de germinação acima de 80%, requisito para a comercialização de sementes de milho, após os 135 dias de armazenamento.

Tabela 3 - Porcentagem de germinação de sementes de *Zea mays* L. tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização ao 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento.

Tratamento	Tempos de armazenamento							
	0		45		90		135	
	com	sem	com	sem	com	sem	com	Sem
Testemunha <sup>1</sup>	91,0 aA	92,0 aA	90,0 aA	91,5 aA	83,5 aA*	85,5 aA*	43,5 bB*	76,0 bA*
P. caiena <sup>2</sup>	96,0 aA	93,5 aA	94,5 aA	94,5 aA	90,0 aA	86,0 aA*	1,5 dB*	12,0 cA*
P. jamaica <sup>3</sup>	93,0 aA	92,5 aA	92,5 aA	93,0 aA	79,0 bB*	91,0 aA	12,0 cB*	87,0 aA
P. do reino <sup>4</sup>	93,0 aA	95,0 aA	95,5 aA	94,5 aA	77,50bB*	95,7 aA	47,0 bB*	88,0 aA
P. D.de moça <sup>5</sup>	91,0 aA	90,5 aA	93,5 aA	94,5 aA	87, aA*	90,0 aA	71,0 aA*	69,0 bA*
Inseticida <sup>6</sup>	93,0		96,0		96,0		93,5	

Minúscula: compara na coluna pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

Maiúscula: compara na linha dentro do tempo pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

\*: difere do inseticida pelo Teste de Dunnett a 5%.

<sup>1</sup> com:  $y = 99,35 - 14,90x$   $R^2 = 0,73$

<sup>1</sup> sem:  $y = 94,35 - 5,40x$   $R^2 = 0,87$

<sup>2</sup> com:  $y = 113,70 - 28,80x$   $R^2 = 0,65$

<sup>2</sup> sem:  $y = 109 - 25,30x$   $R^2 = 0,67$

<sup>3</sup> com:  $y = 107,60 - 25,65x$   $R^2 = 0,73$

<sup>3</sup> sem: ns

<sup>4</sup> com:  $y = 101,65 - 15,60x$   $R^2 = 0,81$

<sup>4</sup> sem: ns

<sup>5</sup> com:  $y = 95,60 - 6,65x$   $R^2 = 0,72$

<sup>5</sup> sem:  $y = 96,35 - 6,90x$   $R^2 = 0,60$

<sup>6</sup>ns=não significativo

De forma geral, o inseticida e os tratamentos com pimenta do reino e pimenta jamaica, na ausência da peliculização, mantiveram a porcentagem de germinação das sementes, após 135 dias de armazenamento, acima do recomendado pela legislação de comercialização de sementes. Pós derivados de vegetais, vêm sendo bem avaliados como alternativa no tratamento de sementes. Esses derivados vegetais possuem metabólitos secundários, que pertencem a diferentes classes de substâncias químicas, apresentando atividades antimicrobianas e inseticidas, porém com menor toxicidade a saúde humana e menor impacto ambiental (BONA et al., 2014).

Quando as sementes foram peliculizadas, o tratamento com pimenta dedo de moça foi o que melhor preservou a qualidade fisiológica das sementes após 135 dias de armazenamento (71%). A pimenta caiena foi o tratamento mais prejudicial a germinação

das sementes de milho, reduzindo em 98% e 87% a taxa de germinação com e sem o uso da peliculização respectivamente durante todo o período.

A peliculização passou a ser prejudicial a germinação das sementes a partir de 90 dias de armazenamento, com redução de 86% e 47% na germinação das sementes de milho quando tratadas com pimenta jamaica e pimenta do reino, respectivamente, armazenadas por 135 dias.

No geral, os resultados observados para o índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabela 4) foram semelhantes aos da porcentagem de germinação, onde pode-se avaliar que a peliculização passou a reduzir a velocidade de germinação das sementes a partir de 90 dias de armazenamento. Com o uso da peliculização, o melhor tratamento foi o com a pimenta dedo de moça, que reduziu em apenas 15% a velocidade de germinação aos 135 dias de armazenamento, comparado ao tempo zero dias (tempo 0). Sem o uso da peliculização, o tratamento com pimenta jamaica manteve a velocidade de germinação das sementes após 135 de armazenamento quando comparado ao tempo 0.

Assim como observado no teste de germinação, o tratamento com pimenta caiena reduziu a velocidade de germinação em mais de 85 %, tanto para sementes peliculizadas como para sementes não peliculizadas.

Tabela 4 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Zea mays* L., tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização, aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento.

Tratamentos	Tempos de armazenamento							
	0		45		90		135	
	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem
Testemunha <sup>1</sup>	8,5 aA	9,0 bA*	9,3 aA	9,4 aA	10,2 aA*	10,3bA*	4,6 bB*	8,1 bA*
P. caiena <sup>2</sup>	9,6 aA	8,4 bB*	9,7 aA	9,2 aA	10,9aA*	10,5 bA*	0,1 dB*	1,2 dA*
P. jamaica <sup>3</sup>	8,8 aA*	9,6 aA	9,6 aA	9,6 aA	9,5 bB*	11,2 aA*	1,3cB*	9,7aA*
P. do reino <sup>4</sup>	9,4 aA	9,9 aA	9,7 aA	9,7 aA	9,5 bB*	11,9 aA	4,7 bB*	9,1 aA*
P. dedo de moça <sup>5</sup>	9,0 aA*	8,4 bA*	9,9 aA	9,6 aA	10,7 aA*	10,9bA*	7,6 aA*	6,9 cA*
Inseticida <sup>6</sup>	9,26		9,10		11,88		10,47	

Minúscula: compara na coluna pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

Maiúscula: compara na linha dentro do tempo pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

\*: difere do inseticida pelo Teste de Dunnett a 5%.

<sup>1</sup> com  $y=8,21 + 3,70x - 1,59 x^2$   $R^2=0,87$

<sup>1</sup> sem  $y=8,79 + 1,63x - 0,59 x^2$   $R^2=0,59$

<sup>2</sup> com:  $y=11,71 - 2,72x$   $R^2=0,50$

<sup>2</sup> sem:  $y= 7,86 +5,55 x -2,52 x^2$   $R^2= 0,88$

<sup>3</sup> com  $y= 10,74 - 2,25x$   $R^2=0,53$

<sup>3</sup> sem  $y= 9,45 +1,29x - 0,37 x^2$   $R^2=0,40$

<sup>4</sup> com:  $y= 10,54 - 1,43x$   $R^2=0,59$

<sup>4</sup> sem:  $y= 9,55 + 1,97 x - 0,66 x^2$   $R^2=0,40$

<sup>5</sup> com:  $y= 8,87 + 2,66x -1,00 x^2$   $R^2=0,87$

<sup>5</sup> sem:  $y= 8,14 + 3,63 x - 1,31x^2$   $R^2= 0,84$

<sup>6</sup> $y=8,91 +1,58 x -0,31x^2$   $R^2=0,49$

A emergência de plântulas de milho (Tabela 5) não foi prejudicada pelos tratamentos até os 45 dias de armazenamento das sementes. A partir desse período, observou-se redução nessa variável principalmente quando as sementes foram peliculizadas, evidenciando o efeito negativo da película sobre as sementes.

Melhores resultados foram obtidos com os tratamentos pimenta do reino e pimenta jamaica, sem peliculização, que tiveram as menores reduções na porcentagem de emergência de plântulas, de 4,10 e 10,3%, respectivamente, aos 135 dias de armazenamento. O inseticida reduziu 6,21% a porcentagem de emergência de plântulas do tempo 0 aos 135 dias de armazenagem.

Tabela 5 - Porcentagem de emergência de plântulas de milho (*Zea mays* L.), tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização, aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento.

Tratamento	Tempos de armazenamento							
	0		45		90		135	
	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem
Testemunha <sup>1</sup>	94,5 aA	98,0 aA	92,5 aA	93,0 aA	66,0 bB*	90,0 aA	58,0 bB*	81,5 aA*
P. caiena <sup>2</sup>	93,5 aA	97,5 aA	95,0 aA	93,5 aA	64,0 bB*	77,5 bA	48,5 cB*	69,5 bA*
P. jamaica <sup>3</sup>	96,0 aA	96,5 aA	91,0 aA	96,5 aA	69,0 bB*	89,0 aA	37,0 cB*	86,5 aA
P. do reino <sup>4</sup>	96,0 aA	97,5 aA	96,5 aA	98,0 aA	81,0 aB	93,5 aA	62,5 bB*	93,5 aA
P. D. de moça <sup>5</sup>	95,5 aA	96,0 aA	94,0 aA	94,5 aA	85,5 aA	77,5 bA	72,5 aA*	81,5 aA*
Inseticida <sup>6</sup>	96,50		93,0		82,5		90,5	

Minúscula: compara na coluna pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

Maiúscula: compara na linha dentro do tempo pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

\*: difere do inseticida pelo Teste de Dunnett a 5%.

<sup>1</sup> sem:  $y = 98,50 - 5,25x$   $R^2 = 0,95$

<sup>2</sup> com:  $y = 100,15 - 16,60x$   $R^2 = 0,88$

<sup>2</sup> sem:  $y = 99,50 - 10,00x$   $R^2 = 0,95$

<sup>3</sup> com:  $y = 103,10 - 19,90x$   $R^2 = 0,91$

<sup>3</sup> sem:  $y = 97,75 - 3,75x$   $R^2 = 0,88$

<sup>4</sup> com:  $y = 101,40 - 11,60x$   $R^2 = 0,87$

<sup>4</sup> sem  $y = ns$

<sup>5</sup> com:  $y = 98,50 - 7,75x$   $R^2 = 0,90$

<sup>5</sup> sem:  $y = 96,45 - 6,05x$   $R^2 = 0,71$

<sup>6</sup> ns=não significativo

Para o índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 6) não houve interação entre os fatores tratamento, utilização de película e tempo. Porém se observa diferença entre os tratamentos. Os tratamentos com pimenta do reino, pimenta dedo de moça e o inseticida, apresentaram IVE superior aos demais tratamentos. Em relação a testemunha, houveram acréscimos de 15,20%, 9,92% e 7,24% para uso do inseticida, pimenta dedo de moça e pimenta do reino, respectivamente.

Tabela 6 - Índice de velocidade de Emergência (IVE) de sementes de milho (*Zea mays* L.), tratadas com diferentes pós de pimentas.

Tratamentos	IVE
Testemunha	11,18 b
Pimenta caiena	10,79 b
Pimenta Jamaica	11,06 b
Pimenta do reino	11,99 a
Pimenta dedo de moça	12,29 a
Inseticida	12,88 a

Letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Com base nos resultados de germinação, IVE, IVG, emergência de plântulas e peso de mil sementes, se percebe que a presença de caruncho na semente, ocasionou danos ao tegumento e em muitos casos também danos ao embrião das sementes. À infestação levou a uma redução significativa da viabilidade das mesmas, reduzindo copiosamente o vigor das sementes de milho, prejudicando assim o desempenho germinativo e o estabelecimento de plântulas e os demais índices avaliados.

Para os dados de infestação de *S. zeamais* em sementes de milho (Tabela 7), não houve diferença entre os tratamentos para o tempo 0 e 45 dias de armazenamento. Aos 90 dias de armazenamento a película aplicada sobre as sementes reduziu a eficácia dos pós vegetais, contribuindo para o aumento na infestação de carunchos a partir desse período de armazenamento. Esse resultado justifica o que foi observado na germinação e vigor das sementes de milho (Tabelas 2, 3, 4 e 5), visto que, o aumento na infestação de carunchos está diretamente relacionado a perda de germinação e ao vigor das sementes. Para Silva et al. (2003); Santos (2006); Silva et al., (2012) as principais consequências do ataque do caruncho são: redução no peso de grãos e sementes, diminuição do vigor e poder germinativo das sementes, perda do valor nutritivo e do padrão comercial, perda da qualidade pela contaminação da massa de grãos e perdas provocadas por fungos oportunistas.

Tabela 7 - Porcentagem acumulada de infestação de insetos adultos de *Sitophilus zeamais* em sementes de milho (*Zea mays* L.), tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização, aos 0, 45, 90 e 135 dias de armazenamento.

Tratamento	Tempos de armazenamento							
	0		45		90		135	
	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem
Testemunha <sup>1</sup>	3,5 aA	4,0 aA	11,0 aA	6,5 aA	41,0 bA*	21,0 bB*	71,0 bA*	35,5 bB*
P. caiena <sup>2</sup>	2,0 aA	3,0 aA	11,0 aA	10,5 aA	39,5 bA*	33,0 aA*	77,0 bA*	63,0 aB*
P. jamaica <sup>3</sup>	2,0 aA	3,0 aA	13,5 aA	4,5 aA	62,5 aA*	9,0 cB	86,5 aA*	19,0 cB
P. do reino <sup>4</sup>	4,0 aA	3,0 aA	8,0 aA	5,0 aA	39,0 bA*	4,0 cB	67,5 bA*	9,0 cB
P. dedo de moça <sup>5</sup>	5,5 aA	5,5 aA	7,5 aA	9,5 Aa	29,5 bA*	19,0 bB*	48,5 cA*	31,5 bB*
Inseticida <sup>6</sup>	2,5		3,5		5,5		11,0	

Mínuscula: compara na coluna pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

Maiúscula: compara na linha dentro do tempo pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

\*: difere do inseticida pelo Teste de Dunnett a 5%.

<sup>1</sup> com:  $y = -3,25 + 23,25x$  R<sup>2</sup>=0,94

<sup>1</sup> sem:  $y = 0,40 + 10,19x$  R<sup>2</sup>= 0,93

<sup>2</sup> com:  $y = -5,65 + 23,35x$  R<sup>2</sup>= 0,93

<sup>2</sup> sem:  $y = -3,00 + 20,25x$  R<sup>2</sup>= 0,94

<sup>3</sup> com:  $y = -4,25 + 30,25x$  R<sup>2</sup>=0,95

<sup>3</sup> sem:  $y = 1,00 + 5,25x$  R<sup>2</sup>= 0,88

<sup>4</sup> com:  $y = -3,60 + 22,15x$  R<sup>2</sup>=0,92

<sup>4</sup> sem: ns

<sup>5</sup> com:  $y = 0,10 + 15,10x$  R<sup>2</sup>= 0,92

<sup>5</sup> sem:  $y = 3,25 + 8,75x$  R<sup>2</sup>= 0,95

<sup>6</sup> ns

Aos 135 dias se diferenciaram do inseticida (11%) os tratamentos combinados com peliculização. Sem o uso da peliculização, não se diferenciaram os tratamentos pimenta jamaica (19%) e pimenta do reino (9%). Estes tratamentos apresentaram as menores infestações de *Sitophilus zeamais* ao final do armazenamento das sementes. Devido a esta menor infestação das sementes de milho pelos insetos, estes tratamentos foram os que mais conservaram a qualidade fisiológica das sementes (germinação e vigor), visto que impediram com maior eficácia a presença dos insetos dentro das sementes, que acabaram por não terem seus tegumentos, reserva e embrião consumidos pelos insetos, possibilitando assim que permanecessem viáveis durante todo o período de armazenamento avaliado.

A formulação dos produtos naturais na forma de pó vegetal pode potencializar a mortalidade dos insetos pelo efeito adicional de ordem física. Desta forma, além da toxicidade das substâncias constituintes do pó, ele pode apresentar ação de contato devido a obstrução dos espiráculos dos insetos (DENLOYE, 2010) ou degradação da cera epicuticular que os recobrem. Assim, acredita-se que a película utilizada para melhorar a distribuição e homogeneização dos pós vegetais as sementes tenha anulado esse efeito adicional de ordem física.

Para a mortalidade de *S. zeamais* (Tabela 8), se observa a efetividade do tratamento com pimenta do reino, sem peliculização, ao fim do período de armazenamento (135 dias) com taxa de mortalidade dos insetos 58,3% superior, se comparado a testemunha e 52,8% superior, se comparado ao inseticida. Entretanto, o mesmo tratamento, quando associado a peliculização, promoveu apenas 3,3% de mortalidade dos *S. zeamais*, mesma mortalidade obtida com uso de pimenta jamaica sem peliculização. As espécies pimenta caiena e pimenta jamaica, com e sem o uso da peliculização, obtiveram taxas de mortalidade inferiores a testemunha e ao inseticida ao fim do período de armazenamento.

Tabela 8 - Porcentagem de mortalidade de insetos adultos de *Sitophilus zeamais*, expostos a sementes de milho (*Zea mays* L.), tratadas com diferentes pós de pimenta, com ou sem a peliculização, armazenados aos 0, 45, 90 e 135 dias.

Tratamento	Tempos de armazenamento							
	0		45		90		135	
	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem
Testemunha <sup>1</sup>	13,7 aA	7,5 bA	3,7 bA*	1,2 bA*	8,7 bA*	1,2 bA*	22,5 aA	10,0 bA
P. caiena <sup>2</sup>	3,3 aA	8,3 bA	0,0 bB*	18,7 aA*	5,0 bA*	20,0 aA*	4,5 bA	8,3 bA
P. jamaica <sup>3</sup>	5,0 aA	3,3 bA	5,0bA*	17,5 aA*	20,0 aA*	3,7 bA*	6,2 bA	3,3 bA
P. do reino <sup>4</sup>	20,0 aB	70,0 aA*	20,0aA*	28,7 aA*	26,2 aA*	20,0 aA*	3,3 bB	58,3 aA*
P. D. de moça <sup>5</sup>	25,0 aA	10,0 bA	25,0aA*	8,7 bA*	23,7 aA*	7,5 bA*	25,0 aA	16,2 bA
Inseticida <sup>6</sup>	21,2		61,5		56,2		27,5	

Minúscula: compara na coluna pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

Maiúscula: compara na linha dentro do tempo pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

\*: difere do inseticida pelo Teste de Dunnett a 5%.

<sup>1, 2, 3 e 5</sup>com e sem polímero: ns

<sup>4</sup>sem:  $y = 70,72 - 64,06x + 19,89x^2$   $R^2 = 0,99$

<sup>6</sup>y =  $22,35 + 53,10x - 17,25x^2$   $R^2 = 0,98$

Sampaio et al. (2013) verificaram que com aumento da concentração de extrato de pimenta malagueta, houve aumento de mortalidade de *Zaobrotes subfasciatus*, o tratamento testemunha e a concentração 30% proporcionaram uma mortalidade média de 17,5% e as concentrações de 80 e 100% proporcionaram mortalidade média de 20% dos insetos. Os autores concluíram que o extrato aquoso de pimenta malagueta (*C. frutescens*) não foram eficientes para a mortalidade, quando aplicado a *Z. subfasciatus*.

Resultado diferente foi observado por Lima et al. (1999), onde o tratamento à base de pó de pimenta do reino foi eficiente no combate à infestação por insetos ao longo do armazenamento (de sementes de feijão), o qual não diferiu do produto químico utilizado.

Em trabalho de Matias et al. (2012), as parcelas tratadas com extrato bruto puro (EB) de pimenta (*Capsicum* spp.) constatou-se um controle total dos adultos na massa de grãos do feijão caupi. Já os extratos a EB60% e EB80%, promoveram mortalidades acima de 80%, que em programas de manejo de pragas é considerado uma porcentagem satisfatória. No entanto, os extratos EB20 e EB40% causaram baixa mortalidade ao caruncho. Abdullahi & Muhammad (2004), ao utilizarem extratos de frutos das pimentas *Piper reticulatum* e *P. guinense*, na dosagem de 3 g, sobre adultos de *C. maculatus*, constataram mortalidades variando de 83,7 a 100%.

À eficiência da pimenta do reino no controle dos mais diversos insetos praga, é comprovada na literatura de acordo com vários trabalhos, tais como, o proposto por Goldfarb (1997) utilizando extratos vegetais no controle do *Sitophilus* spp, inoculados em uma massa de sementes de *Zea mays* BR 122, comprovou a eficiência do *P. nigrum* com uma mortalidade de 94% desses insetos. A utilização do extrato de *P. nigrum* n-hexânico 1000 ppm no tratamento de sementes de *Zea mays*, controlou significativamente a emergência do *Sitophilus* spp (Oliveira, 1998). Flores et al. (1993) sugeriram, quando trabalharam com extratos de *P. nigrum* no controle do caruncho *Zabrotes subfasciatus* em sementes de *Phaseolus vulgaris* armazenados, que a "piperina", principal ingrediente ativo desta espécie contra insetos-praga, poderia ser o responsável pelo relativo controle desses carunchos até 90 dias de armazenamento, quando aplicado em concentrações de 200 e 900 ppm.

Boff & Almeida (1996) concluíram que todos os extratos de *P. nigrum* utilizados em seu trabalho, apresentaram efeito tóxico crescente para ovos de *Sitotroga cerealella*. Segundo Miyakado et al. (1989) os frutos de *P. nigrum* possuem alcalóides, especificamente do grupo de amidas insaturadas, com ação tóxica sobre muitas espécies de insetos-praga.

Os resultados encontrados no presente trabalho e em outros consultados na literatura demonstram o potencial das pimentas no tratamento alternativo de sementes de milho contra o caruncho *Sitophilus zeamais*. Na presente pesquisa, merecem destaque os tratamentos com pimenta jamaica e pimenta do reino, o primeiro por reduzir a infestação de insetos na massa de sementes e o segundo por causar alta taxa de mortalidade. Ambos os tratamentos não prejudicaram a qualidade fisiológica das sementes, quando realizados sem peliculização.

Para o índice de repelência (Tabela 9), ao final do período de armazenamento (135 dias), não houve diferença para o uso de pós. com ou sem peliculização, com exceção do

tratamento pimenta do reino. Apresentaram-se como atrativos, os tratamentos à base de pimenta caiena e pimenta jamaica com e sem peliculização e pimenta dedo de moça com o uso da peliculização. Foram repelentes sobre adultos de *S. zeamais*, aos 135 dias de armazenamento, apenas os tratamentos com pimenta do reino com e sem peliculização e pimenta dedo de moça sem o uso da película. Esse resultado demonstra mais uma vez a eficiência da pimenta do reino sobre os demais tratamentos.

Tabela 9 - Índice de repelência (IR) de diferentes pós de pimenta, com ou sem peliculização, em sementes de *Zea mays* L. sobre adultos de *Sitophilus zeamais*, aos zero, 45, 90 e 135 dias de armazenamento.

Tratamento	Tempos de armazenamento							
	0		45		90		135	
	com	sem	com	sem	com	sem	com	sem
Testemunha <sup>1</sup>	0,4Aa	-	1,1 aA*	-	0,9 aA*	-	1,1 aA*	-
P. caiena	1,4 aA*	0,5 bB	1,4 aA*	1,5 aA*	1,2 aA*	0,6 aB	1,3 aA*	1,2 aA*
P. Jamaica	0,9 bA*	0,5 bA	0,9 aB	1,4 aA*	0,8 aA	0,6 aA	1,1 aA*	1,1 aA
P. do reino <sup>2</sup>	1,0 bA*	1,2 aA*	1,4 aA*	0,3 cB	1,2 aA*	0,9 aA*	0,7 aA	0,4 bA
P. D. de moça	0,9 bA*	0,63 bA	1,2 aA*	0,8 aA	1,1 aA*	0,9 aA*	1,2 aA*	0,9 aA*
Inseticida	0,5		0,3		0,4		0,5	

Minúscula: compara na coluna pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

Maiúscula: compara na linha dentro do tempo pelo Teste de Scott-Knott a 5%.

\*: difere do inseticida pelo Teste de Dunnett a 5%.

<sup>1</sup>com:  $y=0,62+0,19x$   $R^2=0,58$

<sup>2</sup>com:  $y=1,09+0,54x-0,21x^2$   $R^2=0,95$

Em trabalho de Almeida et al (2013), a ação da pimenta dedo de moça também foi verificada, com repelência de 94% para *S. zeamais*. Guimãraes et al (2014), verificaram-se que os extratos aquosos de sementes de pimenta dedo de moça apresentaram atividade repelente na concentração de 20% e apresentaram atividade inseticida, independente da concentração. Efeito correlato foi obtido com extratos alcoólicos de frutos de pimenta dedo de moça, que apresentaram atividade inseticida e fagoinibidora na concentração de 20%. Frutos de *C. baccatum*, na concentração de 792 g.0,75 cm<sup>2</sup> foram repelentes a *Tetranychus urticae* (ANTONIOUS; SNYDER, 2005).

Oliveira e Vendramim (1999) verificaram em seu trabalho que os pós de folhas de pimenta do reino nas concentrações de 2,5 e 5,0% atraíram menor número de insetos, diferindo significativamente em relação à testemunha. As percentagens de repelência foram maiores com o aumento da concentração de pó, apresentando as seguintes variações: 0,6 a 45,4%.

De acordo com Sampaio et al. (2017) a repelência é uma reação do sistema sensorial do inseto, quando o mesmo é exposto a substâncias indesejáveis. Os insetos possuem

quimiorreceptores localizados em diversas partes do seu corpo, que são responsáveis por avaliar as condições do ambiente onde o inseto se encontra, fugindo caso as condições não sejam favoráveis.

A ação repelente é uma propriedade relevante a ser considerada no controle de praga de produtos armazenados, pois quanto maior a repelência menor será a infestação, reduzindo ou suprimindo a postura e, desta forma, com menor número de insetos emergidos (MATEUS et al., 2017), levando a um menor dano a semente e conseqüentemente a qualidade fisiológica da mesma.

Os extratos vegetais estão sendo bastante estudados, atualmente representam uma alternativa importante no controle de insetos pragas. Dentre algumas vantagens da utilização de inseticidas botânicos, ressalta-se a menor probabilidade de desenvolvimento de resistência do inseto, e em relação ao controle de pragas de grãos armazenados, apresenta perspectivas positivas em vista da possibilidade de se controlar as condições ambientais dentro das instalações de armazenamento, maximizando a atividade do inseticida (SAMPAIO et al., 2017).

## **CONCLUSÕES**

O uso da peliculização prejudicou o efeito inseticida dos pós de origem vegetal contribuindo para o aumento da infestação de insetos e por conseguinte redução da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento.

De forma geral, os tratamentos com pimenta do reino e pimenta dedo de moça não prejudicaram a qualidade fisiológica das sementes.

Para os bioensaios de controle e repelência de insetos, foi possível verificar o potencial das espécies de pimentas testadas, principalmente pimenta do reino e pimenta jamaica sem peliculização. Estes mesmos tratamentos foram os que causaram maior mortalidade de *S. zeamais* neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ABDULLAHI, Y. M.; MUHAMMAD, S. Assessment of the toxic potentials of some plants powders on survival and development of *Callosobruchus maculatus*. **African Journal of Biotechnology**, v.3, n.1, p.60-62. 2004.
- ALMEIDA, F. A.; et al. Extratos botânicos no controle de *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1885 (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Verde**, v.8, n.3, p.163-168. 2013.
- ANTONIOUS, G.F; SNYDER, J.C. Repellency of hot pepper extracts to spider mites. **In: ROWELL, B.; SNYDER, J.; SMIGELL C. (eds.). Fruit and Vegetables Crop. Research Report. Agricultural Experiment Station. Kentucky: University of Kentucky-College of Agriculture, 2005. 94p.**
- ANTUNES, L. E. G.; DIONELLO, R. G. Eficiência de Inseticidas Durante o Armazenamento de Grãos de Milho. **Revista Eletrônica Científica**, v.3, n.1, p. 83-94. 2017.
- BOFF, M.I.C.; ALMEIDA, A.A. Ação tóxica de pimenta do reino, *Piper nigrum*, em ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **In: Congresso Brasileiro da Sociedade Entomológica do Brasil, 25, Londrina, 1996. Anais ... Londrina: SEB, 1996, p.423-429.**
- BONA, E.A.M.; et al. Comparação de métodos para a avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração inibitória mínima (cim) de extratos vegetais aquosos e etanólicos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n.3, p. 218-225, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009, 395 p.
- CANEPPELE, M.A.B; et al. 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.
- CARNEIRO, L.M.T.A.; et al. Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro. **Bragantia**, v.64, n.1, p.127-137, 2005.
- COITINHO, R. L .B. C.; et al. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.1, p.172-178, 2011.
- CONAB. **Perspectivas para à agropecuária**. Safra 2019/2020, v.7, 102p. 2019. Acesso 10 jan 2020, disponível para download.

CUSTÓDIO, C. C. et al., Peliculização de sementes intactas e escarificadas de *Brachiaria brizhanta* (Hochst. A. Rich). Stapf. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.3, p.314-321. 2011.

DENLOYE, A. A. Bioactivity of powder and extracts from garlic, *Allium sativum* L. (Alliaceae) and spring onion, *Allium fistulosum* L. (Alliaceae) against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) on Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.)Walp (Leguminosae) seeds. *Psyche* 2010:1-5

DINIZ, K. A.; et al. Incorporação de microrganismos, aminoácidos, micronutrientes e reguladores de crescimento em sementes de alface pela técnica de peliculização. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 37-43, 2006.

FLORES, W.L.; et al. Efeitos dos extratos de pimenta do reino e cinamomo e do malation no controle do caruncho *Zabrotes subfasciatus* em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) armazenadas. **Insecta**, v.2, n.1, p.11-22, 1993.

GOLDFARB, A.C. Controle do inseto *Sitophilus spp* com extratos naturais de origem vegetal e seus efeitos na qualidade fisiológica em sementes de milho. **Dissertação de Mestrado**. Campina Grande: UFPB, 77p. 1997.

GUIMARÃES, S. S., et al. Ação repelente, inseticida e fago-inibidora de extratos de pimenta dedo-de-moça sobre o gorgulho do milho. **Agricultural Entomology**. v.81, n.4, p. 322-328, São Paulo, 2014.

HÖLBIG, L. S.; et al. Recobrimento de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 22-28, 2010.

IBGE. **Censo 2020**. Acesso 10 jan 2020, disponível em <<https://censo2020.ibge.gov.br/>>.

IBIMILHO. **O Cereal que enriquece a alimentação humana**. – Disponível em <<http://www.abimilho.com.br/milho/cereal>>. Acesso em 03 out.2019.

LAZZARI, F.A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2 ed. Curitiba. 1997.

LIMA, H. F. Avaliação de produtos alternativos no controle de pragas e na qualidade fisiológica de sementes de feijão macassar armazenadas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.49-53, 1999.

LIMA, J. A. P. Emergência de plântulas de milho, oriundas de sementes submetidas a diferentes tratamentos químicos e períodos de armazenamento. **Trabalho de Conclusão de Curso**. 24p. 2018. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2018.

LIMA, L. B.; et al. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1091-1098, 2006.

MATEUS, A. E.; et al. Potencial da *Moringa oleifera* como inseticida no controle de adultos de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) em grãos de milho armazenados. **Acta Iguazu**, v.6, n.2, p. 112-122, 2017.

MATIAS T. C.; et al. Efeito do extrato da pimenta (*Capsicum* spp.) sobre a mortalidade e oviposição de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p.6361-6366. 2012.

MELO, A. P. C. Peliculização de Sementes de tomate associada ao Paclobutrazol. **Dissertação de Mestrado**. (Programa de Pós Graduação em Agronomia). 79p. 2013. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2013.

MIYAKADO, M.; et al. Insecticidal unsaturated isobutylamides: from natural products to agrochemical leads. **In:** Arnason, J.T.; Philogene, B.J.R.; Morand, P. (eds.), *Insecticides of plant origin*. Washington: American Chemical Society, 1989. 213p.

OLIVEIRA, V. J.; VENDRAMIM, J. D. Repelência de Óleos Essenciais e Pós Vegetais sobre Adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em Sementes de Feijoeiro. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v.28, n.3, p. 549-555. 1999.

OLIVEIRA, M.M. Análise da eficácia de extratos vegetais no controle da praga, *Sitophilus* spp em grãos armazenado. **Dissertação de Mestrado**. Campina Grande: UFPB, 87p. 1998.

PEREIRA, C. E.; et al.. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1201-1208, 2005.

PEREIRA, C. E.; et al. Tratamentos inseticida, peliculização e inoculação de sementes de soja com rizóbio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 5, p. 653-658, 2010.

SAMPAIO, A. A.; et al. Bioatividade dos extratos aquosos de folhas de pimenta malagueta e eucalipto sobre *Zabrotes subfasciatus* em grãos de fava. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n. 2, p. 198-203,2017.

SANTOS, J. P. **Controle de pragas durante o armazenamento de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 20 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 84).

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Grãos: armazenamento de milho, soja, feijão e café**. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Brasília:SENAR, 2018. 100p. (Coleção senar 216).

SILVA, A. A. L.; et al. Modelagem das perdas causadas por *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica* em trigo armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.7 n.2. 2003.

SILVA, D.F.G.; et al. Tratamento de milho em grão e espiga com pós inertes no controle do gorgulho do milho *Sitophilus zeamais*. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.7, n.3, p.143-151, 2012.

SOUZA, M. T.; et al. Ação Inseticida de Extrato Alcoólico de Alho e Pimenta-do-Reino contra *Tenebrio molitor* em laboratório. **Cadernos de Agroecologia**, v.10, n.3. 5p. 2015.

TALAMINI, V., OLIVEIRA, F. A. **Sementes com alta tecnologia: o futuro da lavoura**. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123066/1/Sementes-com-alta.pdf>

>. Acesso em 03 out.2019.

TRENTINI, P.; et al. Peliculização: Desempenho de sementes de soja no estabelecimento da cultura em campo na região de Alto Garças, MT. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 84-92, 2005.

VALLONE, B. A. Utilização de silo bolsa no armazenamento de milho. **Especialização em Agronegócio**.42p. 2015. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2015.