UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

MANEJO DE *Sitophilus zeamais* EM MILHO DOCE ATRAVÉS DA RESISTÊNCIA HOSPEDEIRA POR ANTIXENOSE E ANTIBIOSE

SANDERSON MELO BRITO

Brasília, DF
Dezembro de 2015

SANDERSON MELO BRITO

MANEJO DE *Sitophilus zeamais* EM MILHO DOCE ATRAVÉS DA RESISTÊNCIA HOSPEDEIRA POR ANTIXENOSE E ANTIBIOSE

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof[a]. Dr[a]. CRISTINA SCHETINO BASTOS

Brasília, DF
Dezembro de 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

BRITO, Sanderson Melo.

"MANEJO DE *Sitophilus zeamais* EM MILHO DOCE ATRAVÉS DA RESISTÊNCIA HOSPEDEIRA POR ANTIXENOSE E ANTIBIOSE". Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília 2015. 37 páginas.

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2015.

1. *Zea mays* var. *saccharata*, gorgulho do milho, antixenose, antibiose, comportamento.

I. Bastos, C.S. II. Dra.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRITO, S.M. Manejo de *Sitophilus zeamais* em milho doce através da resistência hospedeira por antixenose e antibiose. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2015, 37 páginas. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: SANDERSON MELO BRITO

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Manejo de *Sitophilus zeamais* em milho doce através da resistência hospedeira por antixenose e antibiose

Grau: 3º **Ano:** 2015

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

SANDERSON MELO BRITO

CPF: 036.117.233-80

QS 4 CJ 3 CS 15

CEP: 71.820.403 Brasília, DF. Brasil

(61) 9292 0013/ email: sandersssonmelo@gmail.com

SANDERSON MELO BRITO

MANEJO DE *Sitophilus zeamais* EM MILHO DOCE ATRAVÉS DA RESISTÊNCIA HOSPEDEIRA POR ANTIXENOSE E ANTIBIOSE

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof[a]. Dr[a]. CRISTINA SCHETINO BASTOS

BANCA EXAMINADORA:

Cristina Schetino Bastos
Doutora, Universidade de Brasília – UnB
Orientador / email: cschetino@unb.br

Ernandes Rodrigues de Alencar
Doutor, Universidade de Brasília - UnB
Examinador / email: ernandesalencar@unb.br

Marina Regina Frizzas
Doutora, Universidade de Brasília - UnB
Examinador / email: frizzas@unb.br

Dedico este trabalho à Deus, por ter me guiado nessa caminhada, aos meus amados pais, aos meus irmãos e a toda minha família, aos meus amigos e, ao meu querido avô Simão Lopes de Brito (*in memorian*), *pela sua contribuição na minha formação como pessoa e, à todas as pessoas que contibuíram para minha formação acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado em minhas escolhas na vida e durante todo o curso.

Aos meus pais, José Edivaldo Brito e Marinete Pereira Melo, pelo amor, carinho e apoio em tudo e em todas as escolhas feitas até aqui.

Aos meus irmãos Simão Neto, Sandy Melo e Samya Melo, pela companhia de sempre.

Aos meus avós, paternos e maternos, em especial a minha vó Neuza, pelo amor, carinho e motivação.

Ao meu amado avô Simão Lopes de Brito (*in memorian*), que sempre acreditou nessa conquista e que continua sendo uma fonte de inspiração como pessoa e caráter a ser seguido.

Aos meus tios e tias, pelos bons conselhos e incentivos.

Ao meu tio Hélio, pela força dada durante todo o curso.

Ao meu primo Sérgio, pela parceria de sempre e bons momentos vividos.

Aos meus amigos, aos de toda a vida e aos conquistados durante o curso.

Aos colegas de laboratório, pela contribuição na realização deste trabalho.

A professora Cristina, pela dedicação e orientação.

BRITO, SANDERSON MELO. **Manejo de *Sitophilus zeamais* em milho doce através da resistência hospedeira por antixenose e antibiose.** 2015. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO - O milho doce possui os grãos enriquecidos com açúcares, algo que o torna mais suscetível ao ataque de algumas pragas, a exemplo de *Sitophilus zeamais*. Esse trabalho objetivou testar genótipos de milho doce quanto à sua resistência por antixenose e antibiose à *S. zeamais* e avaliar como a infestação prévia com a praga e a presença de grãos quebrados influencia na preferência do inseto. Para os teste de antixenose foram testados 16 genótipos de milho doce (44482, 19064, 19224, 46779, 49611, 24783, 28045, 44636, 46761, 64874, 41939, 97446, 49948, 64858, 44415 e 97438) arranjados em grupos de 10, em 4 arenas circulares. Cada arena recebeu 50 adultos de *S. zeamais* não sexados, sendo avaliada a densidade de insetos sobre os grãos decorrido 30 min, 1,5 h, 2,5 h, 3,5 h, 4,5 h, 5,5 h, 6,5 h, 7,5 h, 8,5 h, 9,5 h, 24 h, 28 h, 33 h, 48 h, 52 h e 57 h após o início do ensaio, sendo em seguida selecionados 5 materiais (19064, 46779, 49611, 28045, 64858) para serem testados nas condições: 1) grãos intactos com e sem ataque prévio da praga; 2) grãos quebrados com e sem ataque prévio da praga. Todos os 16 genótipos foram submetidos ao teste com grãos intactos e quebrados sem ataque prévio da praga, adotando-se a mesma metodologia. No teste de antibiose fez-se uso dos mesmos tratamentos (16 genótipos), empregando-se 4 repetições. Foram utilizados 20 g de cada genótipo inseridos no interior de recipientes de vidro transparente de 250 mL de capacidade, infestados com 10 adultos de *S. zeamais* não sexados de até 5 dias de idade que foram eliminados após 14 dias. A densidade, data e peso de adultos emergidos foi acompanhada diariamente, por 40 dias após a retirada dos adultos. Os dados foram submetidos a análise de variância, seguida de teste Tukey e Dunnet a $p<0,05$. Verificou-se que o genótipo 46779 constitui-se em fonte de resistência por antixenose à *S. zeamais* e que os adultos do inseto preferem atacar grãos sem ataque prévio e quebrados. No teste de antibiose, mesmo não havendo diferença estatística significativa entre os genótipos avaliados verificou-se discrepância nos valores para algumas das características analisadas. Os genótipos 64858 e 49948 provavelmente podem apresentar fonte de resistência do milho doce por antibiose.

Palavras-chave: *Zea mays* var. *saccharata*, gorgulho do milho, resistência de plantas, comportamento.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
2. OBJETIVOS 3
2.1. Objetivos específicos 3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4
3.1. O milho doce 4
3.2. O gorgulho do milho 6
3.3. Métodos de controle do gorgulho do milho 7
4. MATERIAL E MÉTODOS 12
4.1. Teste de antixenose (não preferência) 12
4.2. Teste de antibiose 14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 16
5.1. Teste de antixenose (não preferência) 16
5.1.1. Antixenose sobre grãos intactos e sem ataque prévio da praga 16
5.1.2. Antixenose sobre grãos intactos com e sem ataque prévio da praga 18
5.1.3. Antixenose sobre grãos quebrados com e sem ataque prévio da praga 20
5.1.4. Antixenose sobre grãos intactos e quebrados e sem ataque prévio da praga 21
5.2. Antibiose 24
6. CONCLUSÕES 29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 30

1. INTRODUÇÃO

O milho doce (*Zea mays* L.) (2n = 20 cromossomos) pertence à família das Poáceas ou Gramineae, tribo Maydeae e gênero *Zea* (KWIATKOWSKI & CLEMENTE, 2007). Considera-se que a espécie seja resultante de mutações ocorridas no milho comum (*Z. mays*) (CASTELLANE et al., 1990), sendo classificada no grupo *Saccharata* em razão das suas características diferenciadas em relação ao acúmulo de açúcares no endosperma (TRACY, 2001).

O milho doce é considerado uma olerícola devido ao seu alto valor agregado, a característica doce dos seus grãos, ao seu cultivo intensivo em termos de tratos culturais e à sua destinação ao consumo humano (LUZ et al., 2014). Em alguns países como o Canadá e os Estados Unidos é uma das hortaliças mais populares, sendo consumido tradicionalmente *in natura*. No Brasil é consumido prioritariamente como enlatado (BORDALLO et al., 2005; BARBIERI et al., 2005).

A área mundial cultivada com milho doce é de 1,04 milhões de hectares (SOUZA et al 2013; PAIVA, 2014). No Brasil, atualmente, a área plantada chega a 36 mil hectares, com praticamente 100% da produção destinada à indústria, sendo 90% da área plantada concentrada no estado de Goiás (28 mil hectares), pela facilidade de plantio o ano inteiro e proximidade entre as áreas de produção e as indústrias processadoras (BARBIERI et al., 2005; KWIATKOWSKI & CLEMENTE, 2007). Os principais estados produtores são Goiás, São Paulo, Rio Grande do Sul , Minas Gerais, Distrito Federal e Pernambuco (EMBRAPA, 2015).

A principal característica que torna o milho doce diferente do milho comum é o teor de açúcar e amido presente no endosperma do grão (BARBIERI et al., 2005). No milho comum, o teor de açúcar fica em torno de 3% e o teor de amido varia entre 60 a 70%, enquanto o milho doce possui de 9 a 14% de açúcar e 30 a 35% de amido nos grãos e as variedades superdoces têm em torno de 25% de açúcar e 15 a 25% de amido (PEREIRA FILHO et al., 2002). Essa característica torna as espigas e os grãos de milho doce mais suscetíveis ao ataque de pragas já que alimentos ricos em carboidratos mais simples (pentoses, hexoses, di e trissacarídeos) são utilizados mais frequentemente e por uma maior diversidade de fitófagos em comparação aos alimentos ricos em carboidratos complexos (polissacarídeos como o amido) (PARRA, 1991).

Um dos maiores entraves à produção dessa hortaliça é o ataque de insetos-praga que necessitam ser manejados a fim de que o cultivo se torne viável. Nesse aspecto, os insetos vulgarmente conhecidos como gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), são capazes de infestar o milho no campo e no armazenamento, causando perdas consideráveis. As larvas e adultos dessa praga se alimentam internamente dos grãos, causando perdas qualitativas e quantitativas e incrementando a infecção por patógenos que são prejudiciais à saúde humana, como *Aspergillus flavus* produtores das aflatoxinas (PACHECO & PAULA, 1995; HELL et al., 2000; FONTES et al., 2003).

O controle desse inseto é feito basicamente através da fumigação dos grãos com produtos a base de fosfeto de alumínio e magnésio, apesar de alguns inseticidas de contato também poderem ser usados (BRASIL, 2015b). Desta forma, alternativas de manejo ao controle químico exclusivo, devem ser buscadas. A grande maioria das táticas empregadas no manejo de pragas integra medidas que sejam sinérgicas entre si, a fim de torná-las mais suscetíveis às medidas de controle curativo ou que causem mortalidade (PEDIGO, 2002). Dentre essas medidas destaca-se a resistência genética do hospedeiro ao ataque de artrópodes-praga, sendo o uso de variedades resistentes um dos métodos recomendado (BOIÇA JUNIOR et al., 1997).

Dentre as categorias de resistência genética do hospedeiro que podem ser buscadas estão a antixenose (não preferência) e a antibiose. A antixenose ocorre quando um dado genótipo é menos utilizado ou preferido que outro em igualdade de condições, exercendo um efeito adverso no comportamento do inseto e a resistência por antibiose ocorre quando o genótipo apresenta em sua constituição alguma característica química, física ou morfológica que permite que o inseto se alimente do hospedeiro e esse, contudo, exerce efeito adverso sobre a biologia do inseto (SMITH, 2005). Desta forma, genótipos que apresentem resistência por antixenose e antibiose desfavorecerão a praga, tornando-a mais suscetível à ação de outros métodos de controle ou reduzindo a colonização do hospedeiro pela praga, limitando o remanescente da população que necessita ser controlado pelos métodos de controle curativo.

2. OBJETIVOS

a) Testar a resistência de genótipos de milho doce ao ataque de *S. zeamais*.

2.1. Objetivos específicos

a) Avaliar a resistência por não-preferência e antibiose de genótipos de milho doce.

b) Determinar como a infestação prévia com a praga e a presença de grãos quebrados influencia na resistência por antixenose.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O milho doce

O milho doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata* Poaceae) constitui-se em uma espécie cuja provável origem seja mutações ocorridas no milho comum, distinguindo-se desse último tipo em relação ao acúmulo maior de açúcar em relação ao amido (CASTELLANE et al., 1990; TRACY, 2001; KWIATKOWSKI & CLEMENTE, 2007). Enquanto no milho comum o teor de açúcar fica em torno de 3% e o teor de amido varia entre 60 a 70%, no milho doce e superdoce esses teores se situam entre 9 a 14% e 25% de açúcar e 30-35% e 15-25% de amido, respectivamente (PEREIRA FILHO et al., 2002).

A espécie é originária da América Central e foi domesticada no período compreendido entre 7.000 -10.000 anos atrás (KWIATKOWSKI & CLEMENTE, 2007). Desta forma, tendo em vista o centro de origem, a cultura é prejudicada pelo frio intenso e pela geada. O milho doce comporta-se como indiferente ao fotoperiodo e, desta forma, a época de plantio pode se estender ao longo do ano, desde que as baixas temperaturas invernais não se tornem limitantes (FILGUEIRA, 2003). Apesar de estar categorizado em um grupo diferente do milho comum, o milho-doce não difere quanto à botânica e a reprodução do milho comum (ARAGÃO, 2002).

Hoje, tem-se o registro de mais de 300 raças de milho doce, adaptadas para condições climáticas e de uso distintas. Como características morfológicas, a planta apresenta altura entre 1,30 a 2,50 m, em média, caule ereto, cilíndrico, fibroso, separado em porções por gomos, o qual é recoberto pela folha bainha (KWIATKOWSKI & CLEMENTE, 2007). Uma característica do milho doce que permite diferenciá-lo do milho comum é o tipo de grão, que quando secos ficam totalmente enrugados, ocasionado pelo baixo teor de amido na sua composição (PAIVA et al., 1992). Além disso, diferentemente do milho comum, produzem espigas verde-claras, com grãos amarelos (FILGUEIRA, 2003).

Os grãos do milho doce são caracterizados por possuírem teores elevados de açúcares e baixos de amido no endosperma (PACHECO & COELHO, 2001). Essa característica é dada pela presença de alelos mutantes que bloqueiam a conversão de glicose em amido no endosperma, diferindo do milho comum (TRACY, 2001), além de serem responsáveis por mudanças na viabilidade da semente (PEREIRA et al., 2008).

Vários genes foram identificados e o milho doce possui pelo menos um dos oito mutantes que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, sendo os principais: shrunken-2 (sh2), localizado no cromossomo 3; brittle (bt), no cromossomo 5; sugary enhancer (se), sugary (su) e Brittle-2 (bt2), todos no cromossomo 4. Existem, ainda, o dull (du), no cromossomo 10, waxy (wx), no cromossomo 9; e amilose extender (ae), no cromossomo 5. Tais genes podem atuar de forma simples ou em combinações duplas ou triplas. Entretanto, associadas a este gene, estão algumas características indesejáveis, como baixa produtividade e baixa resistência ao ataque de pragas e doenças por causa do maior teor de açúcares, quando comparado ao milho comum (TRACY, 2001). O teor diferenciado de açúcares simples em detrimento dos carboidratos complexos e a maior maciez dos grãos são fatores predisponentes ao ataque de pragas (PARRA, 1991; SHARMA & BAJRACHARYA, 2006; KARIC & FESTIC, 2010), tornando seu manejo mais complexo.

Para efeito prático, o milho doce pode ser dividido em dois grupos: superdoce (contendo o gene *brittle*) e doce (contendo o gene *sugary*) (PARENTONI et al., 1990). Os genes do grupo superdoce causam um severo bloqueio na síntese do amido, o que resulta no acúmulo de altos conteúdos de açúcar no endosperma, já os genótipos do grupo doce alteram o tipo e a quantidade dos polissacarídeos do endosperma e apresentam uma menor quantidade de amido quando comparados ao milho comum (ARAGÃO, 2002).

Em termos de categorização, o milho doce é classificado como uma olerícola devido ao alto valor agregado, ao cultivo intensivo e destino ao consumo humano (LUZ et al., 2014). A espécie apresenta uma grande versatilidade de uso, sendo que no Brasil sua principal destinação é para comercialização em conserva. Além disso, pode ser comercializado congelado na forma de espigas ou grãos, desidratado, colhido antes da polinização e usado como “baby corn” ou minimilho e como silagem, na alimentação animal (PEDROTTI et al., 2003). No Canadá e Estados Unidos é uma das hortaliças mais populares, sendo consumido tradicionalmente *in natura* (BARBIERI et al., 2005).

A produção mundial de milho doce foi estimada em 9,18 milhões de toneladas, em uma área de 1,04 milhões de hectares, sendo os Estados Unidos o principal produtor (SOUZA et al., 2013). Atualmente no Brasil, cultivam-se 36 mil hectares, com uma produtividade média de 13 t/ha, onde praticamente 100% da produção é destinada ao processamento industrial (PACHECO & COELHO, 2001; BARBIERI et al., 2005). A

cultura pode ser plantada o ano todo com utilização de irrigação, e o escalonamento permite produção constante do produto para comercialização (PACHECO & COELHO, 2001). Os principais estados produtores são: Goiás, São Paulo, Rio Grande do Sul , Minas Gerais, Distrito Federal e Pernambuco (EMBRAPA, 2015). Dos 36 mil hectares cultivados no Brasil, 90% são provenientes do estado de Goiás, devido ao fato da possibilidade de cultivo durante todo o ano e em função da proximidade estabelecida entre os cultivos e as indústrias beneficiadoras (BARBIERI et al., 2005; LUZ et al., 2014).

O Brasil ainda ocupa lugar de pouco destaque na produção mundial de milho doce. Dentre os fatores limitantes ao incremento de produção tem-se a pouca disponibilidade de híbridos adaptados as nossas condições. Todavia, a facilidade de produção do milho-comum, colocando o país como um dos grandes produtores mundiais dessa grande cultura, tem, aos poucos, aumentado a importância desta hortaliça tanto no mercado nacional quanto para exportação, levando ao crescimento das áreas de cultivo (BORDALLO et al., 2005; KWIATKOWSKI & CLEMENTE, 2007).

Nesse sentido, o desenvolvimento de tecnologias em diversas áreas, principalmente no melhoramento genético de plantas vem permitindo um aumento da produção. Todavia, muito ainda precisa ser feito em relação às características indesejáveis dos materiais tais como baixo poder germinativo e suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006).

Vale destacar ainda que a exploração do milho doce pode se constituir em alternativa econômica, pois suas características atribuem cotações diferenciadas, tanto para os hortigranjeiros localizados próximos aos cinturões verdes das grandes metrópoles, quanto para os agricultores familiares que produzem milho para o consumo *in natura* ou para aqueles que produzem em locais mais afastados o milho destinado ao processamento industrial (ZÁRATE et al., 2009).

3.2. O gorgulho do milho

O gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), é considerado uma praga primaria, sendo um dos principais entraves na armazenagem de grãos. São capazes de infestar o milho no campo e no armazenamento (infestação cruzada), causando danos aos grãos tanto na fase larval quanto na fase adulta (FONTES et al., 2003; TAVARES & VENDRAMIM, 2005).

Esta espécie encontra-se amplamente difundida no Brasil possuindo alta gama de hospedeiros, como milho, arroz, trigo, triticale, cevada e aveia (TAVARES & VENDRAMIM, 2005). A produção brasileira de grãos na safra 2014/2015 foi de 209,5 milhões de toneladas, sendo 6,1 milhões de milho (BRASIL, 2015b). A estimativa de perda causada por ataque de pragas de grãos armazenados chega a 20% da produção total de grãos, sendo o gorgulho do milho um dos principais responsáveis por essas perdas (SILVA et al., 2007). Uma das culturas mais atacadas pelo gorgulho, o milho, sofre perdas quantitativas, decorrente da alimentação direta do inseto, além de perdas qualitativas, entre elas a diminuição do valor nutricional dos grãos e a perda da qualidade fisiológica das sementes (CANEPPELE et al., 2003).

Os adultos de *S. zeamais* medem entre 2,0 a 3,5 mm de comprimento, apresentam coloração castanho-escura, com manchas mais claras nos élitros (asas anteriores), visualizada facilmente após a emergência. Característico da espécie, a cabeça é projetada à frente, na forma de rostro curvado, sendo essa uma das possibilidades de diferenciar machos de fêmeas. Nos machos, o rostro é mais curto e grosso, e nas fêmeas, mais longo e afilado (LORINI, 2003).

O gorgulho apresenta elevado potencial de multiplicação, sendo a postura feita individualmente no grão em orifícios escavados pela fêmea que, em seguida, secreta uma substância gelatinosa para fechar a cavidade (ANTUNES & DIONELLO, 2010). Após a eclosão a larva completa o seu desenvolvimento no interior do grão, ou seja, passa pelo estádio larval, que é completado em quatro instares, seguido do estágio de pupa, completando o ciclo com a emergência do adulto do seu interior (LOECK, 2002). Quando o milho é usado como hospedeiro, o período de incubação descrito oscila entre 3 e 6 dias, sendo que o ciclo biológico de ovo até a emergência de adultos é de 34 dias e a longevidade da fêmea pode chegar a 140 dias, com capacidade para oviposição até os 104 dias, e fecundidade média de 282 ovos por fêmea (LORINI et al., 2010).

3.3. Métodos de controle do gorgulho do milho

Como forma de controle desse inseto, tem-se adotado em larga escala o uso de produtos químicos (ESTRELA et al., 2006), empregando-se basicamente a fumigação dos grãos com produtos a base de fosfeto de alumínio e magnésio, apesar de alguns inseticidas de contato também poderem ser usados (BRASIL, 2015a). Porém, esse método apresenta algumas desvantagens, entre elas: a geração de populações resistentes

do inseto a diferentes moléculas químicas; a detecção de resíduos nos grãos e sementes; além do risco de intoxicação humana e animal (RIBEIRO et al., 2007).

A contaminação da massa de grãos com resíduos acima do permitido é quase sempre relacionada ao aumento da dosagem quando ocorre falha no controle de indivíduos resistentes (ALMEIDA et al., 2006).

Outra forma empregada no controle de pragas de grãos armazenados é a utilização de pós inertes. A terra de diatomáceas proveniente de algas diatomáceas, e que tem como principal componente o dióxido de sílica, que desidrata os insetos, tem sido utilizada como inseticida alternativo no controle do gorgulho do milho (LORINI et al., 2001).

A utilização de tratamento térmico no controle do gorgulho do milho também vem sendo testada. Ferrari Filho et al. (2011) avaliaram a eficácia de baixas e altas temperaturas, concluindo que em temperatura de 3ºC a mortalidade chega a 100% com exposição inferior a 30 dias e em altas temperaturas (60-80°C) 100% de mortalidade é atingida em alguns minutos.

Outra alternativa considerada para o controle de pragas no armazenamento é o uso de inseticidas botânicos a base de azadiractina. No caso do AzaMax® o efeito descrito inclui capacidade em reduzir a postura, a emergência de larvas, além da atividade de repelência sobre os insetos, (POTENZA et al., 2004). Barilli et al. (2014) testando cinco concentrações (0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5%) de um produto comercial a base de azadiractina verificou eficiência de 50% e 60% no controle de *S. zeamais* para as doses 0,4 e 0,5%, respectivamente.

Outro método frequentemente empregado para o controle de pragas no armazenamento é a aplicação da atmosfera modificada. A utilização de ozônio (O3) (gás formado por 3 moléculas de oxigênio) pode se tornar uma alternativa ao controle químico, tendo a vantagem de poder ser produzido no próprio local e com baixo risco de contaminação por resíduos (LUZ, 2014). Nesse sentido, Rozado et al. (2008) avaliaram a suscetibilidade de adultos de *S. zeamais* e a qualidade fisiológica de grãos de milho submetidos ao tratamento com ozônio (50 mg kg^{-1}) em diferentes camadas de grãos, observando que o sucesso no controle é influenciado pelo período de exposição e pela distribuição do inseto na massa de grãos.

Além de todas as medidas enumeradas acima, uma alternativa que deve ser considerada no controle de pragas de grão armazenado é o uso de cultivares resistentes,

apresentando vantagens como a facilidade de uso, a não oneração do produto, a ausência de contaminação dos grãos e compatibilidade com outras táticas de controle (TOSCANO et al., 1999).

Uma planta resistente a insetos possui atributos, geneticamente herdáveis, que fazem com que uma cultivar ou espécie seja menos danificada que uma outra planta suscetível, não possuidora de tais atributos (SMITH, 2005).

Três categorias (SMITH, 2005) de resistência de plantas a insetos são mencionadas na literatura, tendo sido inicialmente denominadas como mecanismos de resistência por Painter (1951) e estas são: não preferência ou antixenose, antibiose e tolerância.

A antixenose ou não-preferência ocorre quando um dado genótipo é menos utilizado ou preferido que outro em igualdade de condições, exercendo um efeito adverso no comportamento do inseto (SMITH, 2005). Esse mecanismo atua de forma parcial ou inviabilizando comportamentos como a alimentação, oviposição e/ou abrigo (BASTOS et al., 2015).

A resistência por antibiose ocorre quando o genótipo apresenta em sua constituição alguma característica química, física ou morfológica que permite que o inseto se alimente do hospedeiro e esse, contudo, exerce efeito adverso sobre a biologia do mesmo causando aumento da mortalidade, redução do tamanho e peso, redução da fecundidade, alteração da proporção sexual e tempo de vida (SMITH, 2005). Os efeitos letais em decorrência da antibiose podem ser agudos, condição na qual afetam larvas jovens e ovos e crônicos, quando levam à mortalidade de larvas mais velhas e pré-pupas que falham em se tornar pupas e pupas que não se transformam em adultos (BASTOS et al., 2015).

A tolerância compreende a habilidade do hospedeiro em lidar ou se recuperar do ataque causado por populações de artrópodes-praga de mesma magnitude do ataque causado às plantas suscetíveis (SMITH, 2005).

Padilha et al. (2013) avaliaram a preferência do gorgulho do milho por populações crioulas e variedades de polinização aberta de milho e verificaram que, dentre os nove tratamentos testados três se mostraram menos atrativos ao gorgulho. Da mesma forma, Guzzo et al. (2002) testaram seis materiais, entre híbridos simples, duplos e variedades em relação à resistência a *S. zeamais* e observaram uma menor atratividade do gorgulho pelo hibrido duplo CD 3221, em relação aos demais materiais

testados, indicando haver nesse material alguma fonte de resistência do tipo antixenose para alimentação ou oviposição. Em outro estudo, Marsaro Jr. et al. (2005) buscando identificar plantas resistentes, avaliaram a resistência de onze híbridos de milho ao ataque de *S. zeamais*. Os materiais que se mostraram como mais resistentes, afetaram negativamente o comportamento de oviposição e/ou desenvolvimento das larvas, sendo essa resistência atribuída à presença dos inibidores de amilase nos materiais resistentes.

Sharma & Bajracharya (2006), por sua vez, estudaram a resposta de seis cultivares de milho em relação à infestação concomitante por *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) e *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae) em testes com e sem chance de escolha e verificaram que enquanto a cultivar de milho doce foi a mais suscetível ao ataque, a cultivar de milho que continha proteína de alta qualidade foi a menos suscetível a ambas as pragas. Desta forma, muitas diferenças em relação à antixenose e/ou antibiose dos materiais podem ser verificadas e atribuídas à composição química diferenciada (fenóis, amilase, amido, açúcares e outros), às diferenças em características físicas (dureza do grão e alterações no pericarpo), bem como ao tamanho (comprimento x largura) e formato do grão. Materiais pouco atacados constituem-se em fontes de resistência para programas de melhoramento visando incorporar resistência a pragas de armazenamento no material comercial (DEMISSIE et al., 2015).

Outro fator que predispõem ao ataque de insetos no armazenamento é a condição inicial do grão: danos mecânicos provocados durante a colheita contribuem para maior ocorrência de pragas durante o armazenamento (PIMENTEL et al., 2015). O ataque prévio dos grãos com a mesma ou com outras espécies de artrópodes também alteram os ataques subsequentes. Nesse aspecto, trabalho que testou a infestação simultânea de *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) e *S. zeamais* em variedades de milho verificou que essa condição reduziu grandemente a desempenho reprodutivo de *S. zeamais*, enquanto *P. truncatus* foi menos afetado (RUGUMAMU, 2005). Em se tratando de infestação prévia com a mesma espécie, pode ser que essa situação resulte em aumento da suscetibilidade mesmo em materiais que se comportem como resistentes. Essa situação pode ser decorrente dos insetos poderem atrair coespecíficos através da liberação de feromônios de agregação. Estudos realizados por Walgenbach et al. (1983) demonstraram a existência de um feromônio de agregação, produzido por machos de *S. zeamais*, que aumentaram a preferência tanto de fêmeas quanto de machos

por discos tratados com extrato de grãos de trigo atacados, contendo o feromônio de agregação, em relação aos discos tratados com extrato de grãos não atacados, que não continham o feromônio de agregação. Em contrapartida, nenhum dos sexos respondeu ao tratamento dos discos com o extrato de grãos atacados por fêmeas. O acasalamento não reduziu a emissão do feromônio pelos machos; em contrapartida, a resposta de fêmeas virgens ao feromônio de agregação emitido pelos machos foi significativamente maior do que a resposta de fêmeas acasaladas, apesar de não ter alterado a resposta entre machos virgens ou acasalados. Além disso, estudos que associaram a combinação entre o feromônio de agregação e grãos de trigo quebrados em armadilhas delineadas para capturar *S. zeamais* verificaram que essa combinação apresentou um efeito aditivo, não sinérgico, na captura de fêmeas e machos adultos pela armadilha, com predomínio de fêmeas (LIKHAYO & HODGES, 2000).

Desta forma, mesmo os materiais que se comportem como resistentes ao ataque de uma dada espécie podem ter sua resistência alterada em função do material já estar infestado ou apresentar danos mecânicos prévios à armazenagem.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Proteção de Plantas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília (UnB) entre janeiro e novembro de 2015.

Os genótipos de milho doce foram obtidos a partir de intercâmbio de germoplasma com a Embrapa Milho e Sorgo, sendo então multiplicados em casa de vegetação da Embrapa Hortaliças. Para a multiplicação os materiais foram semeados em solo de casa-de-vegetação e receberam os tratos culturais comumente empregados para condução da cultura do milho. Por ocasião do surgimento das espigas, essas foram protegidas e, a partir da emissão do estilo-estigma, procedeu-se a auto-fecundação das espigas com um bulk de pólen obtido de pendões do mesmo genótipo a ser fecundado. Essa operação foi repetida por três dias. Os grãos assim obtidos foram colhidos e empregados nos testes de resistência por antixenose e antibiose realizados no Laboratório de Proteção de Plantas.

Os insetos usados nos ensaios foram provenientes de criação mantida no Laboratório de Proteção de Plantas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília (UnB) sob milho doce, variedade Doce Cristal da Embrapa sendo mantidos no interior de recipientes de vidro de 5 L de capacidade vedados com tampa rosca e recobertos com organza. Os primeiros adultos da criação foram obtidos junto à Universidade Federal de Viçosa (UFV) sendo identificados como *S. zeamais*.

4.1. Teste de antixenose (não preferência)

Os tratamentos dos ensaios de não preferência foram representados pelos 16 genótipos de milho doce testados e registrados no BAG da Embrapa Milho e Sorgo sob o número 44482, 19064, 19224, 46779, 49611, 24783, 28045, 44636, 46761, 64874, 41939, 97446, 49948, 64858, 44415 e 97438, sendo dispostos no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições (arenas). Os genótipos foram empregados em ensaios realizados com arenas circulares que comportavam no máximo 10 genótipos. Desta forma, alguns ensaios continham a repetição de quatro materiais testados em ensaios anteriores. A partir dos resultados obtidos nesses ensaios foram selecionados cinco materiais com suscetibilidade/resistência diferenciada para serem

testados nas condições: 1) grãos intactos com e sem ataque prévio da praga; 2) grãos quebrados com e sem ataque prévio da praga. Os 16 genótipos foram submetidos ainda a testes na condição de grãos intactos e quebrados, sem ataque prévio da praga, sendo organizados em grupos de 5 genótipos x 2 condições [intactos e quebrados, sem ataque prévio] (número máximo que cada arena comportava). Desta forma, foram testados seguintes genótipos: 1) bioensaios 1: 44482; 19064; 49611; 24783 e 41939, 2) bioensaio 2: 64858; 46779; 97438; 46761 e 44415, 3) bioensaio 3: 64858; 46779; 97438; 46761 e 44415 e 4) bioensaios 4: 28045; 44482; 19064; 19224 e 46779. Os grãos foram danificados (quebrados) empregando-se lâminas de metal para secção dos grãos íntegros. O ataque prévio foi garantido empregando-se grãos que foram utilizados nos ensaios anteriores e a condição de ausência de ataque (sem ataque prévio) foi garantida através da utilização de grãos obtidos de material propagado em casa-de-vegetação vedada, sem ataque de insetos.

Em todos os ensaios foram empregadas amostras de 10 g de grãos de cada genótipo que foram inseridas no interior de saquinhos de organza fixados com auxílio de elásticos em tubos tipo Falcon de 10 mL de capacidade em que o fundo foi removido. Os tubos Falcon, por sua vez, foram fixados em recipientes plásticos redondos e transparentes de 750 mL de capacidade, vedados com tampas também transparente. Esse conjunto compunha as arenas e receberam os genótipos empregados nos testes que foram casualizados no interior das arenas. Cada arena recebeu 50 adultos de *S. zeamais* não sexados e de até dez dias de idade provenientes da criação mantida em laboratório. Foram realizadas avaliações decorridas 30 min; 1,5 h; 2,5 h; 3,5 h; 4,5 h; 5,5 h; 6,5 h; 7,5 h; 8,5 h; 9,5 h; 24 h; 28 h; 33 h; 48 h; 52 h e 57 h do início do ensaio. Em cada avaliação, contabilizava-se o número de insetos no interior de cada saquinho de organza, sobre cada genótipo. Os dados de densidade de adultos nas diferentes avaliações em função do tempo de avaliação foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguido de teste Tukey a $p<0,05$ empregando o SAS software (SAS, 2002). No caso do bioensaio com grãos intactos e quebrados e sem ataque prévio, realizou-se apenas uma avaliação às 48 h após a infestação, sendo a condição dos grãos (intactos e quebrados e sem ataque prévio) em função dos genótipos testados avaliada por ANOVA seguida de teste Dunnet a $p<0,05$.

4.2. Teste de antibiose

Os tratamentos foram representados pelos 16 genótipos de milho doce testados, isto é, 44482, 19064, 19224, 46779, 49611, 24783, 28045, 44636, 46761, 64874, 41939, 97446, 49948, 64858, 44415 e 97438, sendo dispostos no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram empregadas amostras de 20 g de grãos de cada genótipo que foram inseridas no interior de recipientes de vidro transparente de 250 mL de capacidade vedados com tampa de metal. Cada recipiente recebeu 10 adultos de *S. zeamais* não sexados de até cinco dias de idade, que foram mantidos em contato com os grãos por 14 dias. Após esse período, os adultos foram removidos e os grãos acompanhados diariamente quanto à emergência de adultos. Após a emergência do primeiro adulto as avaliações, em caráter diário, persistiram por mais 40 dias. Durante as avaliações foram contabilizados o número e o peso dos adultos emergidos, bem como a data de emergência. Após a última avaliação, os grãos foram pesados e destinados à estufa com circulação forçada de ar regulada para 103 ± 1°C por 72 h, sendo a perda de massa em decorrência do ataque contabilizada subtraindo-se o peso inicial do final, ambos expressos em base seca. No início do ensaio, três amostras de 20 g de cada genótipo sob teste foram destinadas à estufa com circulação forçada de ar regulada para 120°C por 72 h para expressão do peso inicial em base seca.

A média do número de dias gastos para emergência dos adultos a partir da data de infestação foi calculada multiplicando-se o número de indivíduos emergidos naquela repetição e naquela data pelo número de dias gastos desde a infestação até a emergência naquela repetição e naquela data. Em seguida, os valores relativos ao número de indivíduos emergidos e ao número de dias requeridos para emergência em uma mesma repetição e mesma data foram totalizados (somados) e, finalmente, dividiu-se o último valor (total de dias requeridos para emergência de todos os adultos) pelo primeiro (número total de adultos emergidos). O número de indivíduos adicionados à população diariamente foi calculado dividindo-se o número total de nascimentos pelo tempo médio requerido para que esses nascimentos ocorressem. O peso médio dos insetos emergidos foi obtido dividindo-se o peso total de todos os insetos emergidos pelo número total de insetos emergidos em uma mesma parcela experimental.

O número médio de dias requeridos para emergência, o total de indivíduos emergidos em cada genótipo, o peso médio dos indivíduos emergidos, o número de indivíduos adicionados à população diariamente e a perda de massa devido ao ataque

dos insetos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) seguida de teste Dunnet a 5% de significância empregando o SAS software (SAS, 2002).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Teste de antixenose (não preferência)

5.1.1. Antixenose sobre grãos intactos e sem ataque prévio da praga

Não foram detectadas diferenças significativas para o efeito da interação entre genótipos e tempos de avaliação sobre a densidade *S. zeamais* em milho doce ($F_{135,480}$ = 0,83; p = 0,9032) em testes de livre escolha, no primeiro bioensaio. Todavia, verificou-se efeito principal de genótipos ($F_{9,480}$ = 5,68; p < 0,0001) sobre a densidade de *S. zeamais*. Situação semelhante foi verificada em relação ao segundo bioensaio, isto é, não houve diferença significativa para o efeito da interação entre genótipos e tempos de avaliação sobre a densidade *S. zeamais* em milho doce ($F_{135,480}$ = 1,07; p = 0,3129) em testes de livre escolha. Entretanto, verificou-se efeito significativo dos genótipos ($F_{9,480}$ = 11,40; p < 0,0001) sobre a densidade de *S. zeamais*.

Verificou-se que enquanto o genótipo 46761 e 19064 foram os mais preferidos, o genótipo 46779 foi o menos preferido por *S. zeamais* no primeiro bioensaio (Figura 1), com os demais se comportando como intermediários entre esses dois extremos. Herrmann et al. (2009), utilizando metodologia similar e avaliando dez cultivares de milho comum, na condição de grãos intactos, encontram resultados semelhantes aos obtidos nesse teste, identificando uma fonte de resistência ao gorgulho do milho por antixenose.

No caso do segundo bioensaio, houve preferência da praga pelos genótipos 19224 e 49948 (Figura 2), com os demais sendo menos preferidos. Um dos genótipos que foi mais preferido no primeiro bioensaio – 19064 – comportou-se como menos preferido no segundo bioensaio, sendo inclusive menos preferido que o genótipo menos preferido neste bioensaio, isto é, o 46779. Essa situação é explicada pelo fato da resistência genética do hospedeiro ser relativa, sendo o grau de resistência baseado na comparação com outras plantas que são mais (suscetíveis) ou menos (resistentes) severamente danificadas ou mortas, sob condições experimentais similares (SMITH, 2005). Resultados semelhantes já foram descritos por Bastos et al. (2015) que destacaram que quando se comparam, por exemplo, genótipos de algodão herbáceo entre si e genótipos herbáceos com genótipos cujos genitores se aproximem mais dos ancestrais selvagens (de hábito arbóreo), mesmo aqueles genótipos herbáceos que se

comportem como resistentes nos testes onde a comparação é feita somente com outros genótipos herbáceos, se comportam como suscetíveis quando a comparação inclui genótipos cujos genitores se aproximem mais dos ancestrais selvagens (de hábito arbóreo).

A preferência por um dado genótipo em relação a outro pode estar sendo determinada por causas químicas, físicas e/ou morfológicas. Estudos realizados com diferentes genótipos de milho verificaram alta correlação entre o tamanho do grão, a largura e a textura com a suscetibilidade de linhagens de milho de alta qualidade proteica ao ataque de *S. zeamais*. Desta forma, os autores sugerem que programas de melhoramento que busquem incorporar resistência à praga devem selecionar genitores que contenham espigas bem empalhadas e com grãos pequenos e duros (DEMISSIE et al., 2015).

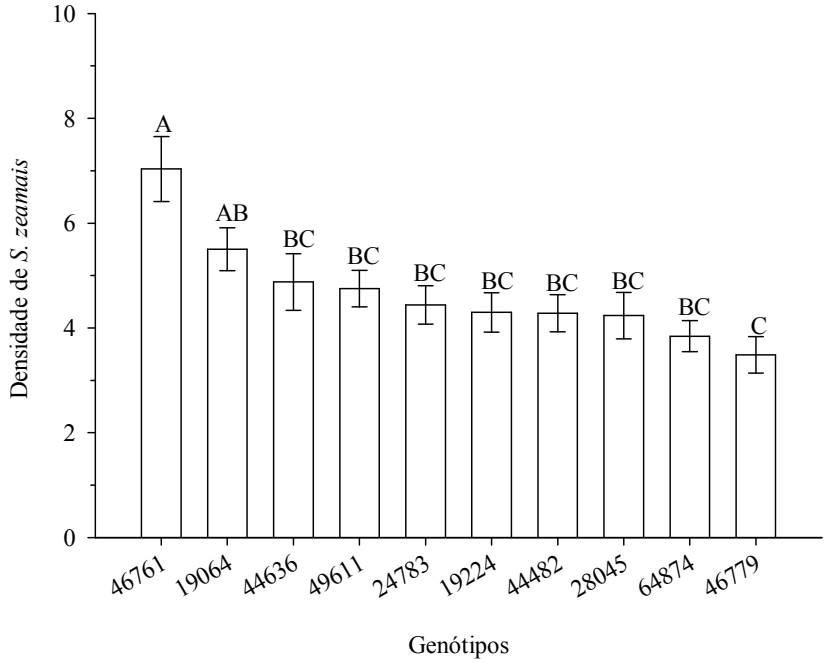

Figura 1. Densidade de adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (±EPM) sobre genótipos de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata*) em testes com chance de escolha em função dos genótipos avaliados. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p<0,05$.

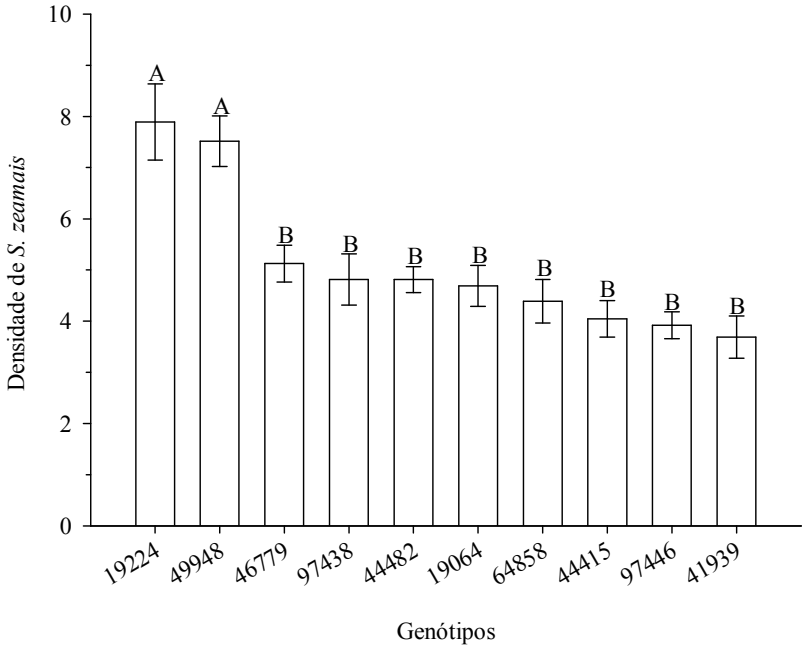

Figura 2. Densidade de adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (±EPM) sobre genótipos de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata*) em testes com chance de escolha em função dos genótipos avaliados. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p<0,05$.

5.1.2. Antixenose sobre grãos intactos com e sem ataque prévio da praga

Não foram detectadas diferenças significativas para o efeito da interação entre genótipos, tempos de avaliação e condição do grão sobre a densidade *S. zeamais* em milho doce ($F_{60,480} = 0,92$; $p = 0,6373$) em testes de livre escolha em ensaios feitos com grãos intactos. Todavia, verificou-se efeito da interação entre os genótipos avaliados e a condição do grão ($F_{4,480} = 11,68$; $p < 0,0001$) sobre a densidade de *S. zeamais* em milho doce.

Nos grãos intactos e sem ataque prévio o genótipo 28045 foi o mais atacado, enquanto os grãos dos genótipos 46779 e 64858 foram os menos atacados (Tabela 1). Nos grãos intactos e com ataque prévio o genótipo 19064 foi o mais preferido, com os demais não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 1), entretanto, o genótipo 46779 foi o que apresentou a menor densidade média de insetos. Em três dos cinco genótipos

testados e onde foram constatadas diferenças significativas, houve preferência pelos grãos sem ataque prévio em comparação aos grãos com ataque prévio (Tabela 1). Esse resultado difere dos encontrados por Trematerra et al. (2007), que reportam que grãos atacados pelo gorgulho do milho são mais atrativos para formar uma segunda colônia. Mathias et al. (2015) também verificaram que as fêmeas de *S. zeamais* depositaram mais ovos em grãos de milhos previamente atacados por coespecíficos em comparação a grão não atacados, algo que resultou no aumento de adultos emergidos dos grãos atacados. Além disso, os autores verificaram que as fêmeas preferiram ovipositar em grãos previamente atacados e que continham oviposição prévia, provavelmente em resposta ao feromônio de agregação presente nesses grãos. Todavia, os próprios autores afirmaram que esse comportamento não era esperado tendo em vista que a deposição de ovos no centro de uma agregação poderia ameaçar a progênie devido à presença de adultos se alimentando, além da tendência das fêmeas de muitas espécies em evitar a competição que reduz a sobrevivência larval e influencia negativamente a fecundidade dos adultos sobreviventes. Nesse aspecto, Pacheco & Paula (1995) afirmam que se vários ovos forem deixados pelas fêmeas de *S. zeamais* no interior de um único grão, geralmente ocorre canibalismo e somente uma larva alcança o estágio de pupa. Além disso, Mathias et al. (2015) destacaram que tendo em vista que as larvas não são capazes de migrar entre grãos e que a competição é muito alta em grãos contendo múltiplas larvas, fêmeas de *S. zeamais* que escolham atacar e ovipositar em grãos com ataque prévio empregam uma das seguintes estratégias: 1) tentam reduzir a competição individual a ser enfrentada pela sua progênie matando os ovos já presentes nos grãos (estratégia ovicida); 2) a larva dentro do grão destrói a outra larva (estratégia de ataque) para maximizar seu *fitness* uma vez que o canibalismo larval resulta em aumento da fecundidade de adultos e gera benefícios nutricionais. De todo modo, como esses autores também destacaram que a confirmação dessas hipóteses carece de evidências científicas, tendo em vista que não existem estudos publicados que tratem do comportamento ovicida ou larvicida em *S. zeamais*, pode ser que uma outra provável estratégia adotada pelo inseto seja evitar grãos já atacados, algo que pode justificar os resultados encontrados nesse trabalho. Ou seja, os insetos preferiram grãos sem ataque prévio a fim de evitar a competição e garantir a viabilidade da progênie.

Outro fato que merece destaque é que um dos genótipos que se comportou como mais atacado quando foram usados grãos sem ataque prévio, isto é, o 28045, foi um dos

genótipos resistentes quando os testes foram realizados com grãos com ataque prévio, corroborando a hipótese de que o ataque prévio pode alterar a manifestação da resistência.

Tabela 1. Densidade de adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (±EPM) sobre genótipos de milho doce com e sem ataque prévio (*Zea mays* grupo *saccharata*) em testes com chance de escolha em função da condição do grão intacto.

Genótipos	Condição do grão intacto	
	Sem ataque prévio	Com ataque prévio
19064	6,56 ± 4,39 ABa	5,41 ± 2,78 Aa
46779	4,30 ± 2,47 Ca	2,89 ± 1,55 Bb
49611	6,08 ± 3,87 BCa	3,09 ± 1,77 Bb
28045	8,30 ± 5,48 Aa	3,33 ± 2,00 Bb
64858	4,14 ± 3,74 Ca	3,89 ± 2,62 Ba

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a $p < 0,05$.

5.1.3. Antixenose sobre grãos quebrados com e sem ataque prévio da praga

Não foram detectadas diferenças significativas para o efeito da interação entre genótipos, tempos de avaliação e condição do grão sobre a densidade *S. zeamais* no milho doce ($F_{60,480} = 0,36$; $p = 1,000$) em testes de livre escolha em ensaios feitos com grãos quebrados. Todavia, verificou-se efeito da interação entre os genótipos avaliados e a condição do grão ($F_{4,480} = 12,62$; $p < 0,0001$) sobre a densidade de *S. zeamais* em milho doce.

Nos grãos quebrados e sem ataque prévio o genótipo 28045 foi o mais atacado e os genótipos 46779 e 49611 foram os menos atacados (Tabela 2). Nos grãos com ataque prévio o genótipo 19064 foi o mais atacado e o genótipo 46779 foi o menos atacado (Tabela 2). Em dois dos cinco genótipos testados, houve preferência pelos grãos quebrados e sem ataque prévio em detrimento dos grãos com ataque prévio. O oposto ocorreu em relação ao genótipo 49611 (Tabela 2), que se constituiu em uma fonte de resistência nos grãos quebrados e sem ataque prévio e se comportou como um dos mais

suscetíveis quando se empregou grãos quebrados e com ataque prévio. Esses resultados divergem parcialmente do que foi relatado por Likhayo & Hodges (2000) que observaram um efeito aditivo na captura de *Sitophilus* spp. quando se empregou a associação entre grãos quebrados de trigo e o feromônio de agregação Sitophilure, provavelmente também presente em grãos com ataque prévio. Tendo em vista que outros autores verificaram que grãos pequenos representam uma fonte de resistência ao ataque de *S. zeamais* (DEMISSIE et al., 2015) pode ser que o ataque a grãos quebrados (menores) e com ataque prévio (provavelmente impregnados com o feromônio de agregação) represente uma estratégia pouco eficaz a ser empregada por fêmeas que queiram garantir a viabilidade de sua progênie.

Tabela 2. Densidade de adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (±EPM) sobre genótipos de milho doce com e sem ataque prévio (*Zea mays* grupo *saccharata*) em testes com chance de escolha em função da condição do grão quebrado.

Genótipos	Condição do grão quebrado	
	Sem ataque prévio	Com ataque prévio
19064	5,27 ± 3,88 BCa	5,55 ± 3,39 Aa
46779	4,23 ± 3,39 Ca	3,22 ± 3,14 Ca
49611	3,77 ± 2,55 Cb	5,08 ± 2,61 ABa
28045	7,37 ± 4,13 Aa	4,25 ± 2,60 ABCb
64858	7,23 ± 6,10 ABa	3,75 ± 2,06 BCb

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a $p < 0,05$.

5.1.4. Antixenose sobre grãos intactos e quebrados e sem ataque prévio da praga

Houve efeito significativo da interação entre a condição do grão (intacto ou quebrado) e os genótipos testados nos bioensaios 1 ($F_{4,30} = 2,93$; $p = 0,0373$) e 3 ($F_{4,30} = 3,36$; $p = 0,0219$) e da condição do grão no bioensaio 2 ($F_{1,30} = 18,15$; $p = 0,0002$) e 4 ($F_{1,30} = 35,85$; $p < 0,0001$) sobre a escolha de *S. zeamais*,48 h após a infestação.

Nos grãos intactos e sem ataque prévio os genótipos 19064 e 49611 foram os mais atacados e os genótipo 24783 e 44482 foram os menos preferidos. Nos grãos quebrados e sem ataque prévio não houve diferença estatística entre os genótipos testados (Tabela 3, bioensaio 1). No bioensaio 3, nos grãos intactos e sem ataque prévio não houve diferença significativa entre os genótipos testados, enquanto que nos grãos quebrados e sem ataque prévio o genótipo 64858 foi o mais preferido e os genótipos 46779 e 44415 os menos preferidos (Tabela 3, bioensaio 3). Em todas as situações em que houve diferença significativa entre o ataque a grãos quebrados e intactos sem ataque prévio (Tabelas 3 e 4), os insetos preferiram atacar os grãos quebrados, apesar de *S. zeamais* ser descrito como praga primária, sendo capaz de atacar grãos intactos (LORINI, 2003). Todavia, a preferência do inseto em atacar grãos quebrados já foi descrita em outros trabalhos (LIKHAYO & HODGES, 2000) e provavelmente está relacionada à maior facilidade de ataque nessa condição.

Tabela 3. Densidade de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (±EPM) em grãos intactos e quebrados e sem ataque prévio de diferentes genótipos de milho doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata* Poaceae) em testes com chance de escolha, 48 horas após a infestação.

Genótipos	Grão intacto e sem ataque prévio	Grão quebrado e sem ataque prévio
	Bioensaio 1	
44482	1,00 ± 1,41 Ba	2,75 ± 0,96 Aa
19064	4,50 ± 1,73 Aa	4,75 ± 2,50 Aa
49611	4,25 ± 2,06 Aa	3,75 ± 1,26 Aa
24783	0,75 ± 0,50 Bb	6,75 ± 1,50 Aa
41939	3,25 ± 3,20 ABa	6,25 ± 3,77 Aa
	Bioensaio 3	
64858	0,50 ± 1,00 Ab	8,50 ± 1,73 Aa
46779	1,50 ± 1,29 Ab	4,00 ± 1,15 Ba
97438	0,75 ± 0,96 Ab	6,50 ± 2,65ABa
46761	0,50 ± 1,00 Ab	7,00 ± 1,41 ABa
44415	0,50 ± 0,58 Aa	3,75 ± 3,59 Ba

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnet a $p<0,05$.

Tabela 4. Densidade de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (±EPM) em grãos intactos e quebrados de milho doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata* Poaceae) e sem ataque prévio em testes com chance de escolha, 48 horas após a infestação.

	Condição do grão	
	Grão intacto e sem ataque prévio	Grão quebrado e sem ataque prévio
Bioensaio 2	1,75 ± 0,46 b	4,65 ± 0,47 a
Bioensaio 4	1,80 ± 0,37 b	6,35 ± 0,73 a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnet a p<0,05.

5.2. Antibiose

Não foram detectadas diferenças significativas para a densidade total de adultos de *S. zeamais* emergidos ($F_{15,48}$ = 1,24; p = 0,2799), o número médio de adultos de *S. zeamais* adicionados à população diariamente ($F_{15,43}$ = 0,91; p = 0,5624), o tempo médio requerido para emergência dos adultos de *S. zeamais* ($F_{15,43}$ = 0,82; p = 0,6496), o peso médio dos adultos de *S. zeamais* emergidos ($F_{15,43}$ = 1,68; p = 0,0920) e para a diferença entre o peso inicial e final ($F_{15,48}$ = 1,02; p = 0,4512) dos grãos dos diferentes genótipos de milho doce testados.

Essa ausência de diferenças poderia ser indicativa da inexistência de fatores de antibiose. Entretanto, enquanto o genótipo 64858 produziu 2,50 ± 1,32 adultos, o genótipo 19224 produziu em torno de 5 vezes esse número, isto é, 13,00 ± 1,73 adultos (Figura 3) e a mortalidade larval, que pode ser expressa pelo baixo número de adultos emergidos é um indicativo da manifestação de antibiose (GUZZO et al., 2002).

De maneira análoga, quanto mais suscetível for um genótipo maior é o número de insetos emergidos (GUZZO et al., 2002) e, desta forma, os genótipos 97446 e 46761 que produziram número elevados de adultos, isto é, 12,50 ± 5,62 e 12,75 ± 1,31 adultos, podem ser considerados como suscetíveis ao ataque de *S. zeamais*. Os demais genótipos apresentaram valores intermediários entre esses dois extremos, isto é, entre 5,5 a 9,0 adultos (Figura 3). Desta forma, enquanto no genótipo 64858 0,09 ± 0,04 adultos foram adicionados à população diariamente, nos genótipos 97446, 19224 e 46761 esse número

foi cerca de três vezes maior, isto é, foram adicionados 0,28 ± 0,13, 0,28 ± 0,04 e 0,29 ± 0,02 adultos por dia, respectivamente, à população (Figura 4).

O número médio de dias requeridos para emergência não foi muito discrepante entre os genótipos variando de cerca de 39 a 49 dias. Segundo Ramalho et al. (1977), os genótipos que permitem emergência do maior número de insetos em menor tempo são considerados como os mais suscetíveis. Nesse aspecto, dois dos genótipos que permitiram emergência de maior número de adultos, isto é, 97446 e 19224 também foram aqueles cujos adultos emergiram em tempo mais longo, requerendo 46,07 ± 2,87 e 46,23 ± 1,71 dias, respectivamente (Figura 5), não sendo, portanto, observado um padrão nesse sentido.

O peso médio dos adultos emergidos também não foi muito discrepante entre os genótipos variando de 2,20 ± 0,10 a 2,81 ±0,19 mg. No genótipo 64858 em que houve emergência do menor número de adultos, os indivíduos emergidos apresentavam peso próximo aos máximos valores observados, isto é, de 2,64 ± 0,30 mg, superior inclusive àquele verificado em dois dos genótipos que mais produziram adultos, isto é, 97446 e 46761 (Figura 6).

A perda de peso entre os materiais testados em decorrência do ataque de *S. zeamais* variou de 2,14 ± 0,02 a 2,57 ± 0,03 g, sendo a diferença de menos de 0,5 gramas entre o material menos e o mais consumido, indicando que, muito provavelmente, de maneira geral os materiais supriram adequadamente as demandas dos insetos produzidos (Figura 7). É importante ressaltar que quando o alimento é nutricionalmente adequado o inseto pode ser levado a comer menos e assim provocar menor perda de massa de grãos apesar da adequabilidade também resultar no incremento do número de insetos emergidos o que não ocorreu no caso do genótipo mais consumido, isto é, 24783. Todavia, o material menos consumido, isto é, o genótipo 49948 (Figura 7) foi um dos que permitiu emergência reduzida do número de insetos (Figura 3), compatível com o que foi observado por Guzzo et al. (2002) em relação aos materiais mais resistentes por antibiose.

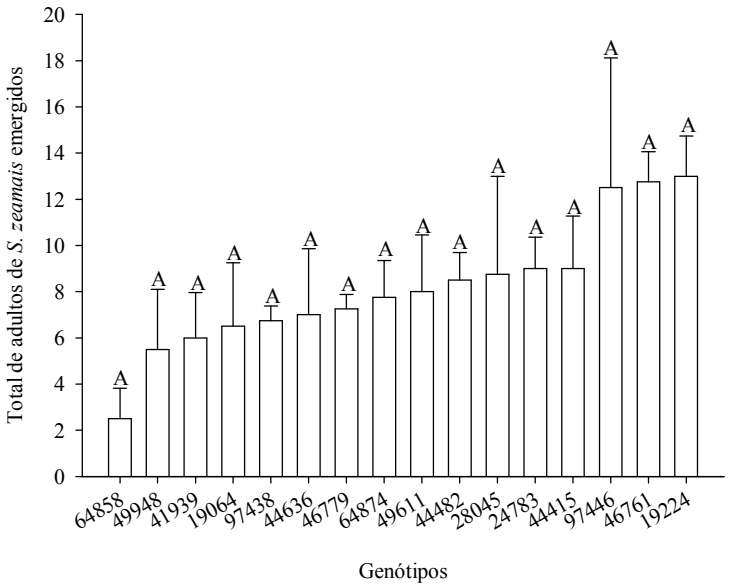

Figura 3. Densidade total de adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (±EPM) emergidos de diferentes genótipos de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata*). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas barras não diferem entre si pelo teste Tukey a p <0,05.

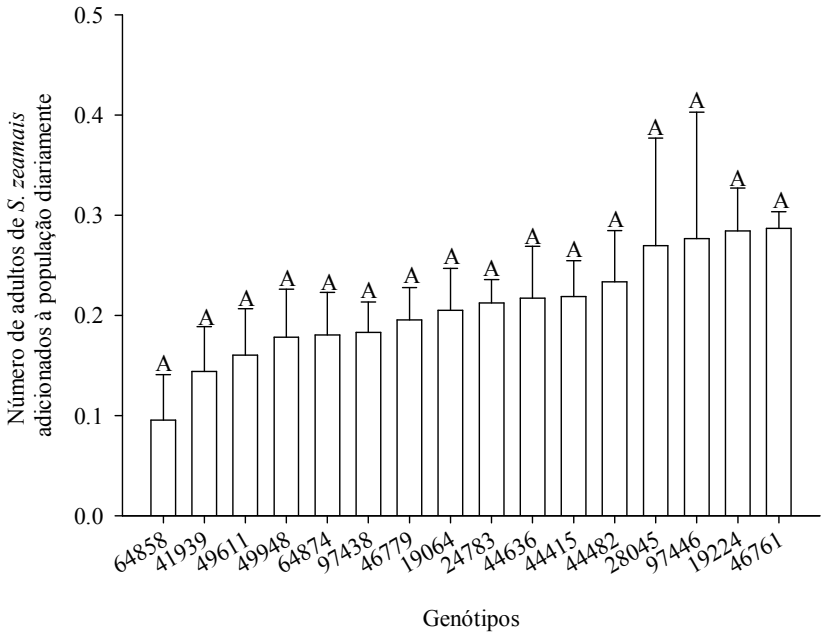

Figura 4. Número médio de adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky(Coleoptera: Curculionidae) (±EPM) adicionados à população diariamente em diferentes genótipos de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata*). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas barras não diferem entre si pelo teste Tukey a p <0,05.

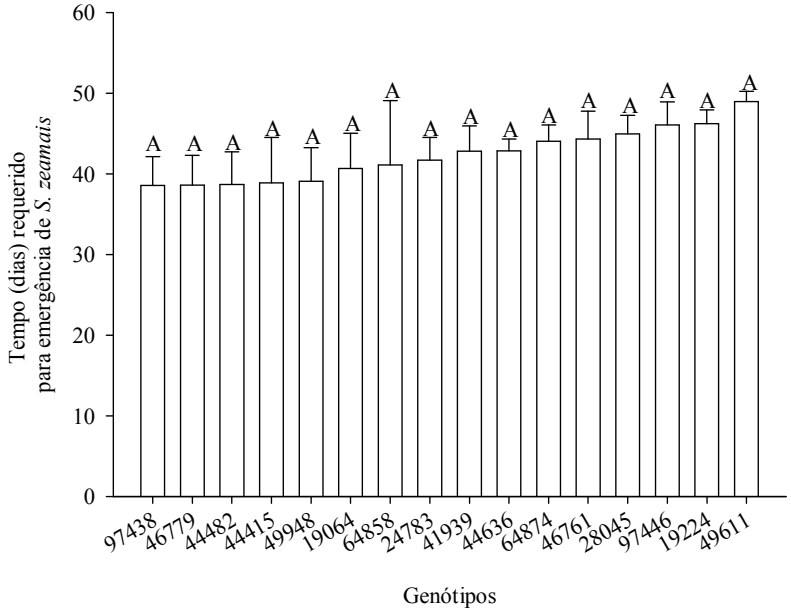

Figura 5. Tempo médio (dias) requerido para emergência de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (±EPM) de genótipos de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata*). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas barras não diferem entre si pelo teste Tukey a p <0,05.

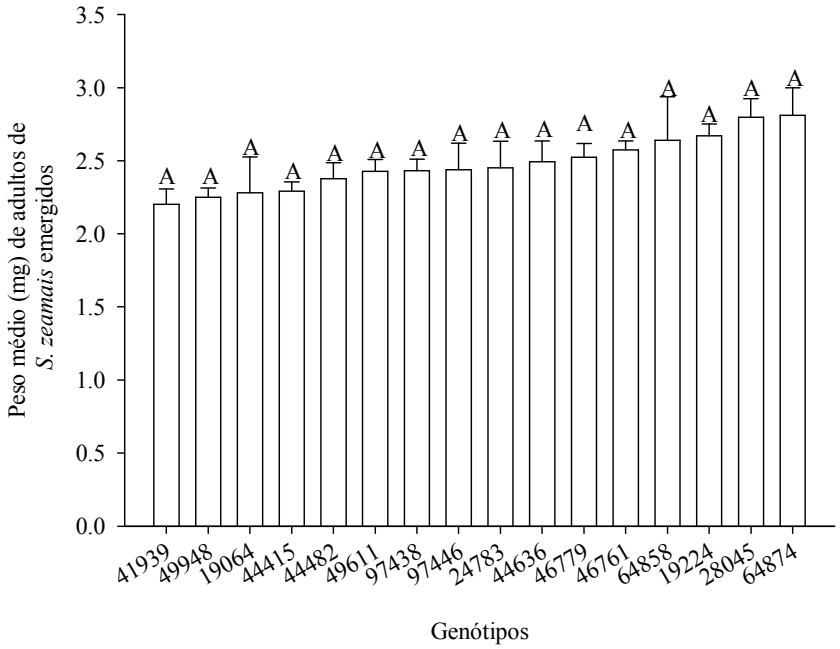

Figura 6. Peso médio (mg) de adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (±EPM) emergidos de genótipos de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata*). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas barras não diferem entre si pelo teste Tukey a p <0,05.

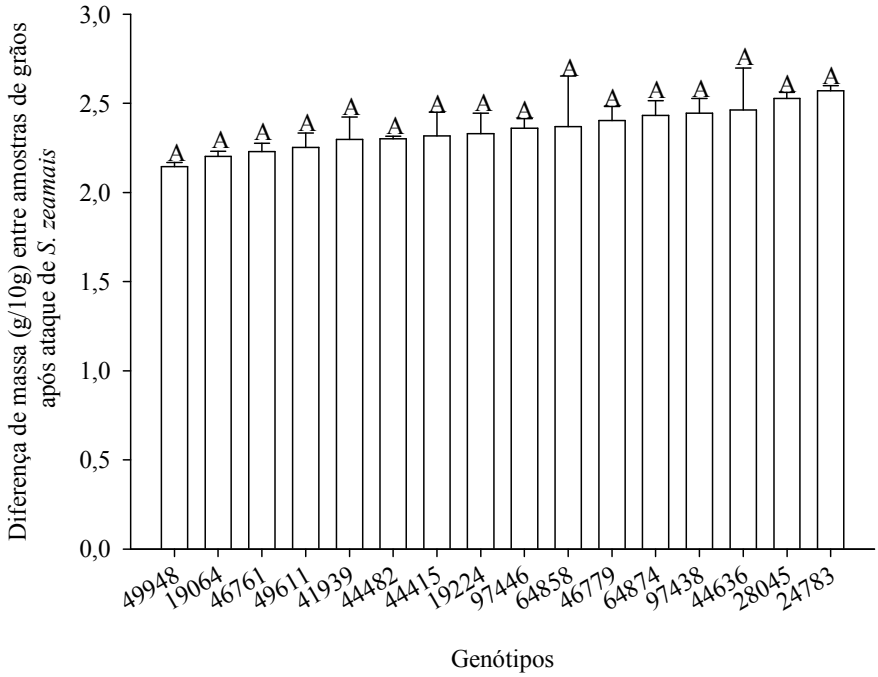

Figura 7. Perda de massa de grão (g) entre amostras de genótipos de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata*) (±EPM) antes e após o ataque por *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas barras não diferem entre si pelo teste Tukey a p <0,05.

6. CONCLUSÕES

- ✓ O genótipo 46779 constitui-se em fonte de resistência por antixenose à *S. zeamais*;
- ✓ Os adultos de *S. zeamais* preferem atacar grãos sem ataque prévio;
- ✓ Os adultos de *S. zeamais* preferem atacar grãos quebrados;
- ✓ Tendo em vista todas as características analisadas, considera-se que os genótipos 64858 e 49948 constituam-se em fonte de resistência do milho doce por antibiose ao ataque de *S. zeamais*.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R.R.; FRAGOSO, D de B.; BADJI, C.A. Detecção de resistência a inseticida em *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). In: JORNADA CIENTÍFICA DA UNITINS, 13, 2006, Palmas. **Anais...** Palmas: UNITINS, 2006.

ANTUNES, L.E.G.; DIONELLO, R.G. **Bioecologia de *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1885 (Coleoptera: Curculionidae).** 2010. Disponível em: < http://www.infobibos.com/Artigos/2010_2/Sitophilus/Index.htm>. Acesso em: 21 de novembro de 2015.

ARAGÃO, C.A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene shrunken-2 (*sh2sh2*) utilizando o esquema dialélico parcial.** 2002. 101p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

BARBIERI, V.H.B.; LUZ, J.M.Q.; BRITO, C.H.; DUARTE, J.M.; GOMES, L.S.; SANTANA, D.G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira,** 23: 826-830, 2005.

BARILLI, D.R.; WENGRAT, A.P.G.S.; UEMURA-LIMA, D.H.; GAZOLA, D.; WEBER, P.; PIETROWSKI, V.; RINGERMBERG, R.; GARCIA, M.S. Efeito de produto a base de azadiractina no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. 1855 (Coleoptera: Curculionidae). In: CONGRESSO PARANAENSE DE AGROECOLOGIA, 1, 2014, Pinhais. **Anais...** Pinhais, 2014.

BASTOS, C.S.; RIBEIRO, A.V.; SUINAGA, F.A.; BRITO, S.M.; OLIVEIRA, A.A.S.; BARBOSA, T.M.; SANTOS, P. de J. dos.; OLIVEIRA, D.V.V.; TEICHMANN, Y.S.K. Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP. In: VISOTTO, L.E.; FERNADES, F.L.; CARVALHO FILHO, A.; LOPES, E.A.; AQUINO, L.A. de.; GOD, P.I.V.G.; RUAS, R.A.A.; SOUSA JUNIOR, J.M. de. (Eds). **Avanços tecnológicos aplicados à pesquisa na produção vegetal.** Viçosa: UFV, 2015. p.32-72.

BOIÇA JUNIOR, A.L.; LARA, F.M.; GUIDI, F.P. Resistência de genótipos de milho ao ataque de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). **Sociedade Entomológica do Brasil,** 26: 481-485, 1997.

BORDALLO, P.N.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GABRIEL, A.P.C. Análise dialélica de genótipos de milho doce e comum para caracteresagronômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, 23: 123-127, 2005.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). **Levantamento de safra 2014/2015.** Online. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_18_10_30_18_boletim_graos_agosto_2015.pdf>. Acesso em: 21 de novembro de 2015. b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Agrofit:** sistema de agrotóxicos fitossanitários. Online. Disponível em: <agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 28 de julho de 2015. a.

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

CASTELLANE, P.D.; NICOLOSI, W.; HASEGAWA, H. **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. 261p.

DEMISSIE, G.; TILAHUN, B.; DIDA, M.; TEKLEWOLD, A.; WEGARY, D. Evaluation of quality protein maize inbred lines for resistance to maize weevil *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: curculionidae) and other important agronomic traits. **Euphytica,** 205: 137-150, 2015.

EMBRAPA. **Ageitec:** Agência Embrapa de informação tecnológica. Online. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3wpdjd8h.html> Acesso em: 21 de novembro de 2015.

ESTRELA, J.L.V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M.R.; LIMA, M.S. de.; Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais.* **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** 41: 217-222, 2006.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura.**Viçosa: UFV, 2003. 421p.

FILHO, E.F.; ANTUNES, L.E.G.; TIECKER, A.; DIONELLO, R.G.; SPOLTI, P. Controle de gorgulho-do-milho submetido ao tratamento térmico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo,** 10: 196-204, 2011.

FONTES, L.S.; ALMEIDA FILHO, A.J. de.; ARTHUR, V. Danos causados por *Sitophilus oryzae* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) em cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, 70: 303-307, 2003.

GUZZO, E.C.; ALVES, L.F.A.; ZANIN, A.; VENDRAMIN, J.D. Identificação de materiais de milho resistentes ao ataque do gorgulho *Sitophilus zeamais* (Mots., 1885) (Coleoptera: Curculionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, 69: 69-75, 2002.

HELL, K.; CARDWELL, K.F.; SETAMOU, M.; SCHULTHESS, F. Influence of insect infestation on aflatoxin contamination of stored maize in four agroecological regions in Benin. **African Entomology**, 8: 1-9, 2000.

HERRMANN, D. da R.; CARVALHO, M.; ZACHOW, K.; SCHOLZ, F.; RABBERS, D.; TSUTSUMI, C.; ZONIN, W. Avaliação da Resistência de Cultivares de Milho ao Ataque de *Sitophilus* sp. em Grãos Armazenados. **Revista Brasileira de Agroecologia,** 4: 4290-4293, 2009.

KARIC, N.; FESTIC, H. Susceptibility of corn hybrids to damage from Western Corn Root worm adults (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte).**Works of the Faculty of Agriculture University of Sarajevo**, 55: 89-100, 2010.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce *(Zea mays* L.*)* para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial,** 01: 93-103, 2007.

LIKHAYO, P.W.; HODGES, R.J. Field monitoring *Sitophilus zeamais* and *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) using refuge and ight traps baited with synthetic pheromone and cracked wheat. **Journal of Stored Products Research,** 36: 341-353, 2000.

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

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados.** Embrapa trigo, Passo Fundo, RS, 2003. 81p.

LORINI, I.; FERREIRA FILHO, A.; BARBIERI, I.; DEMAMAN, N.A.; MARTINS, R.R.D.O. Terra de diatomáceas como alternativa no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável,** 2: 32-36, 2001.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B. de.; HENNING, A. A. **Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento – série sementes.** Londrina: Embrapa Soja, 2010. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 73).

LUZ, C.E.A. **Sinergia entre o controle químico e a atmosfera modificada com ozônio para o manejo do gorgulho do milho.** 2014. 45p. Monografia (Graduação) - Universidade de Brasília, Brasília.

LUZ, L.M.Q.; CAMILO, J.S.; BARBIERI, V.H.B.; RANGEL, R.M.; OLIVEIRA, R.C. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em função de intervalos de colheita. **Horticultura Brasileira,** 32: 163-167, 2014.

MARSARO JÚNIOR, A.L.; LAZZARI, S.M.N.; FIGUEIRA, E.L.Z.; HIROOKA, E.Y. Inibidores de amilase em híbridos de milho como fator de resistência a *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology,** 34: 443-450, 2005.

MATHIAS, D.; ALABIT, T.; ERIC, H.; FRÉDERIC, F. Oviposition strategy of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) in relation to conspecific infestation. **African Journal of Agricultural Research,** 10: 301-307, 2015.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; PEREIRA, M.G.; BRESSAN-SMITH, R. Caracterização e avaliação agronômica de híbridos e linhagens de milho doce (*su1*). **Horticultura Brasileira,** 24: 283-288, 2006.

PACHECO, C.A.P.; COELHO, A.M. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia,** 25: 483-488, 2001.

PACHECO, I.A.; PAULA, D.C. de. **Insetos de grãos armazenados:** identificação e biologia**.** Campinas:Fundação Cargil, 1995. 229p.

PADILHA, A.C.; BOFF, M.I.C.; BOFF, P.; FRANCO, C.R.; ZANATTA, J.C.; WILLE, P.E.; MIQUELLUTI, D.L. 13770 - Agrobiodiversidade: avaliação da preferencia do gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais* Moth.) a grãos de populações crioulas e de variedade de polinização aberta de milho. **Cadernos de Agroecologia,** 8: 1-5, 2013.

PAINTER, R.H. **Insect resistance in crop plants**. New York: MacMillan, 1951. 520p.

PAIVA, E.; VASCONCELOS, M.J.V.; PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R. Seleção de progênies de milho doce de alto valor nutritivo com auxílio de técnicas eletroforéticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** 27: 1213-1218, 1992.

PAIVA, P.M.P. **Cruzamentos entre linhagens tropicais de milho doce e testadores com introgressão de germoplasma temperado.** 2014. 54p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu.

PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R.; REIFSCHNEIDER, F.B.; BOAS, G.L.V. Milho doce. **Informe Agropecuário,** 14: 17-22, 1990.

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p.9-65.

PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management.**4.ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 742p.

PEDROTTI, A.; HOLANDA, F.S.R.; MANN, E.N.; AGUIAR NETTO, A.O.; BARRETO, M.C.V.; VIEGAS, P.R.A. Parâmetros de produção do milho-doce em sistemas de cultivo e sucessão de culturas no Tabuleiro Costeiro Sergipano. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA FAP-SE, 2, 2003, Sergipe. **Anais...** Sergipe: FAP-SE, 2003.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C.; GAMA, E.E.G. Cultivares para o consumo verde. In: PEREIRA FILHO, I.A. (Ed.). **O cultivo do milho verde.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.17-30.

PEREIRA, A.F.; MELO, P.G.S.; OLIVEIRA, J.P.; ASSUNÇÃO, A.; BUENO, L.G. Qualidade fisiológica de sementes e desempenho agronômico de genótipos de milho doce. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** 38: 249-261, 2008.

PIMENTEL, M.A.G.; SANTOS, J.P dos.; LORINI, I. **Cultivo do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Online. Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/colpragas.htm>. Acesso em: 21 de novembro de 2015.

POTENZA, M.R.; ARTHUR, V.; FELICIO, J.D.; ROSSI, M.H.; SAKITA, M.N.; SILVESTRE, D.F.; GOMES, D.H.P. **Arquivos do Instituto Biológico**, 71: 477-484, 2004.

Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em função de intervalos de colheita. **Horticultura Brasileira,** 32: 163-167, 2014.

RAMALHO, F.S.; ROSSETO, C.J.; NAGAI, V. Comportamento de germoplasmas de milho sob a forma de palha e grãos debulhados em relação a Sitophilus zeamais (Coleoptera, Curculionidae). **Ciência e Cultura,** 29: 584-590, 1977.

RIBEIRO, L.P.; RIGO, D.S.; PEREIRA, E.; COSTA.; E.C. Pós inertes alternativos no controle do gorgulho do milho *Sitophilus Zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Brasileira de Agroecologia,** 2: 719-722, 2007.

ROZADO, A.F.; FARONI, L.R.A.; URRUCHI, W.M.I.; GUEDES, R.N.C.; PAES, J. Aplicação de ozônio contra *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* em milho armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** 12: 282-285, 2008.

RUGUMAMU, C.P. Influence of simultaneous infestations of *Prostephanus truncatus* and *Sitophilus zeamais* on the reproductive performance and maize damage. **Tanzania Journal of Science,** 31: 65-72, 2005.

SAS. **The SAS system**. Version 9.00. Cary: SAS Institute, 2002.

SHARMA, R.K.; BAJRACHARYA, A.S.R. Measuring susceptibility in maize varieties in free and no choice tests against *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.). **Annals of Plant Protection Sciences**, 14: 357-363, 2006.

SILVA, P.H da.; TRIVELIN, P.C.O.; GUIRADO, N.; AMBROSANO, E.J.; MENDES, P.C.D.; ROSSI, F.; ARÉVALO, R.A. Controle alternativo de *Sitophilus zeamais mots*., 1855 (col.: curculionidae) em grãos de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia,** 2: 902-905, 2007.

SMITH, C.M. **Plant resistance to arthropods.** Dordrecht: Springer, 2005. 423p.

SOUZA, R.S. de.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; MARQUES, O.J.; QUEIROZ, D.C.; OKUMURA, R.S.; JOSÉ, J.V.; TAVORE, R.V. Elementos de produção de milho doce em diferentes densidades populacionais. **Comunícata Scíentíae,** 4: 285-292, 2013.

TAVARES, M.A.G.C.; VENDRAMIM, J.D. Bioatividade da Erva-de-Santa-Maria, *Chenopodium ambrosioides* L., Sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology,** 34: 319-323, 2005.

TOSCANO, L.C.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; LARA, F.M.; WAQUIL, J.M. Resistência e Mecanismos envolvidos em genótipos de milho em relação ao ataque do gorgulho, S*itophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Sociedade Entomológica do Brasil,** 28: 141-146, 1999.

TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A. R. **Specialty corn**. Boca Raton, 2001. p. 155-198.

TREMATERRA, P.; VALENTE, A.; ATHANASSIOU, C.G.; KAVALLIERATOS, N.G. Kernel-kernel interactions and behavioral responses of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Applied Entomology and Zoology,** 42: 129-135, 2007.

WALGENBACH, C.A.; PHILLIPS, J.R.; FAUSTINI, D.L.; BURKHOLDER, W.E. Male-produced aggregation pheromone of the maize weevil, Sitophilus zeamais, and interspecific attraction between three Sitophilus species. **Journal of Chemical Ecology,** 9: 831-841, 1983.

ZÁRATE, N.A.H.; VIEIRA, M. do C.; SOUSA, T.M. de; RAMOS, D.D. Produção e renda líquida de milho verde em função da época de amontoa. **Semina: Ciências Agrárias**, 30: 95-100, 2009.