

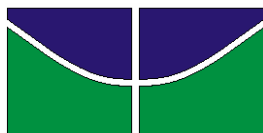
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**RESISTÊNCIA POR ANTIBIOSE DE GENÓTIPOS DE MILHO AO
ATAQUE DO GORGULHO-DO-MILHO**

JESSICA GONÇALVES SOUSA

Brasília/DF

Julho/2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**RESISTÊNCIA POR ANTIBIOSE DE GENÓTIPOS DE MILHO AO ATAQUE DO
GORGULHO-DO-MILHO**

JESSICA GONÇALVES SOUSA

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 Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof^a. Dr^a. CRISTINA SCHETINO
BASTOS

Brasília, DF

Julho de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUSA, JESSICA GONÇALVES.

“RESISTÊNCIA POR ANTIBIOSE DE GENÓTIPOS DE MILHO AO ATAQUE DO GORGULHO-DO-MILHO”. Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília 2016. 23 páginas.

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

1. *Zea mays*, *Sitophilus zeamais*, armazenamento, perdas.

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

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA, J.G RESISTÊNCIA POR ANTIBIOSE DE GENÓTIPOS DE MILHO AO ATAQUE DO GORGULHO-DO-MILHO. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 23 páginas. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: JESSICA GONÇALVES SOUSA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Resistência por antibiose de genótipos de milho ao ataque do gorgulho-do-milho.

Grau: 3º **Ano:** 2016

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.

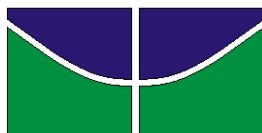
JESSICA GONÇALVES.SOUSA

CPF: 02720977136

QNM 14 Conjunto F Casa 14 - Ceilândia

CEP: 72210086 Brasília, DF, Brasil

(61) 82630509/ email: jessica_g.sousa@yahoo.com.br



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**RESISTÊNCIA POR ANTIBIOSE DE GENÓTIPOS DE MILHO AO
ATAQUE DO GORGULHO-DO-MILHO**

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 Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr^a. CRISTINA SCHETINO
BASTOS

BANCA EXAMINADORA:

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

Nara Oliveira Silva Souza
Doutora, Universidade de Brasília - UnB
Examinadora / email: narasouza@unb.br

Fábio Akiyoshi Suinaga
Doutor, Embrapa Hortaliças - CNPH
Examinador / email: fabio.suinaga@embrapa.br

*Dedico esse trabalho a minha mãe Maria Uila , ao meu irmão Ewerson
e a idealizadora desse projeto, professora Cristina*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força nos momentos difíceis e por ter colocado pessoas boas na minha vida.

A minha mãe por sempre estar do meu lado e vibrando por mim.

Ao meu irmão por me incentivar a ser uma pessoa melhor.

Ao meu namorado por me apoiar e ter paciência comigo.

Aos amigos de estudo em especial a Tamiris sempre companheira.

A professora Cristina, pelo carinho, dedicação e paciência.

SOUSA, JESSICA GONÇALVES. **Resistência por antibiose de genótipos de milho ao ataque do gorgulho-do-milho.** 2016. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

O milho é atacado por um grande número de artrópodes-praga, tanto no campo, quanto no armazenamento. Dentre as espécies que infestam a cultura a campo e no armazenamento encontram-se o gorgulho *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), cujo controle é realizado basicamente através de produtos químicos. Esse trabalho objetivou testar diferentes genótipos (híbridos) de milho convencionais e transformados (contendo a toxina Bt) quanto à resistência por antibiose à *S. zeamais*. Foram testados os genótipos BG7037YH, BG7330H, BG7432H, BG7439H, BG7542H, P2866H, P3161, P3250, P3630H e P3779H, no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Empregou-se 20 g de cada genótipo que foram infestadas com 30 insetos mantidos em contato com os grãos por sete dias. Após a retirada dos insetos os grãos foram acompanhados diariamente sendo as avaliações mantidas por 42 dias após a emergência do primeiro adulto. Os insetos emergidos foram contabilizados, pesados e a data de emergência foi anotada. Ao final do ensaio a perda de massa dos grãos e o período médio de desenvolvimento dos insetos foram calculados. Esses dados além dos dados de número e massa dos insetos emergidos foram empregados em análise de variância e teste de Scott-Knott a $p < 0,05$. Verificou-se que os genótipos diferiram quanto à resistência por antibiose, sendo os genótipos BG7542H, P3161, P3630H e P2866H os que apresentaram o menor número e massa dos insetos emergidos.

Termos para indexação: *Zea mays*, *Sitophilus zeamais*, armazenamento, perdas.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 O milho.....	3
2.2 Artropodofauna do milho	4
2.3 O gorgulho-do-milho e seu controle.....	5
2.4 Resistência de milho à <i>S. zeamais</i>	6
2.5 Toxinas cry	7
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÕES	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. INTRODUÇÃO

A estimativa nacional de área plantada para produção de grãos na safra 2015/2016 é de 58,17 milhões de hectares, sendo parte considerável dessa área ocupada pela cultura do milho (*Zea mays* L. Poaceae). Segundo estimativa apresentada pela Conab no nono levantamento da safra brasileira de grãos existe expectativa de redução em 11% na área plantada com o milho de primeira safra que será de 5,47 milhões de hectares e incremento em 7,6% da área cultivada com o milho de segunda safra, totalizando 10,28 milhões de hectares. Nessa conjuntura, o milho ocupa a segunda posição em termos de volume de produção de grãos no país, perdendo apenas para a soja (BRASIL, 2016a).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás dos Estados Unidos e da China. Do total produzido pelo país, cerca de 75% é destinado ao consumo interno, sendo o restante exportado (FIESP, 2016). Dentro do país, as maiores produções são provenientes do Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Rio Grande do Sul, sendo, todavia, a maior produtividade obtida no Distrito Federal (9 ton ha⁻¹)(BRASIL, 2016b).

As principais destinações do milho no mundo incluem a criação de aves e suínos, podendo, entretanto, ser destinado a outros fins que incluem consumo humano, indústria de papel, bebidas, colas, corantes e outros alimentos (GARCIA et al., 2006) e produção de etanol (BRASIL, 2012).

Um dos maiores restritivos que contribui para desviar a produção esperada da obtida é o ataque de insetos-pragas. O milho é infestado por um complexo de espécies que o atacam desde o campo até o armazenamento (CRUZ, 2008). Dentre as pragas capazes de iniciar o ataque aos grãos de milho quando estes se encontram ainda no campo e prosseguir na fase de armazenamento tem-se o gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Os adultos desse inseto começam a infestar o milho quando ainda no campo (infestação cruzada), atacando grãos intactos (praga primária) que prosseguem sendo infestados no armazenamento pelas larvas e adultos que se alimentam do conteúdo interno dos grãos (PACHECO & PAULA, 1995; LORINI, 2010). O ataque resulta em perda de qualidade reduzindo a utilidade do produto final para a industrialização, consumo humano e alimentação animal, além de resultar em perda de peso (CANPELLE et al., 2003).

A principal forma de controle desse inseto é através do tratamento com inseticidas de contato ou empregando o expurgo com fosfina (tratamento curativo) (LORINI, 2010). Os produtos a base de fosfeto de alumínio ou magnésio (fosfina) são altamente tóxicos a aplicadores, podem causar explosões em armazéns (WHITE MARTINS, 2016) e já existem relatos de populações do inseto resistentes a essas moléculas (PIMENTEL et al., 2008), em virtude da possibilidade restrita de rotações de modos de ação. Desta forma, alternativas de controle dessas pragas devem ser buscadas, a exemplo da resistência hospedeira. Este método é considerado ideal por Smith (2005), pois mantém a praga em níveis inferiores ao de dano econômico sem ônus adicional ao produtor e é compatível com os demais métodos de controle.

Alguns estudos demonstraram que características de resistência de genótipos de milho à *S. zeamais* estavam relacionadas à presença de compostos que agiam como deterrentes alimentares, incluindo alguns compostos fenólicos (ácido ferúlico e p-coumárico), ou foram atribuídas ao conteúdo de açúcar e dureza do grão (SERRATOS et al., 1987), presença de proteínas, lipídios e inibidores de enzimas digestivas (amilase) (MARSARO JR. et al., 2005a), dentre outros. A grande maioria dessas causas é de natureza química, causando efeitos de antibiose sobre o inseto (SMITH, 2005).

A categoria de resistência antibiose causa redução na fecundidade, tamanho ou longevidade do inseto, podendo ainda incrementar a mortalidade, afetando adversamente a biologia do herbívoro (SMITH, 2005). Plantas que apresentem mesmo níveis baixos de antibiose podem tornar os insetos mais suscetíveis a outros métodos de controle, proporcionando controle satisfatório. Desta forma, esse trabalho objetivou testar diferentes genótipos (híbridos) convencionais e transformados (contendo toxinas Bt) de milho quanto à resistência por antibiose à *S. zeamais*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O milho

O milho é um cereal pertencente à família das Poaceae, da subfamília: Panicoidea, do gênero: *Zea* e da espécie: *Zea mays* L. É um dos mais importantes cereais usados tanto na alimentação humana quanto na animal do hemisfério Ocidental. A sua origem é atribuída ao México, de onde ele se disseminou ao norte para o Canadá e ao sul para a Argentina. Apesar da possibilidade de existência de centros de origem secundários localizados na América do Sul o ancestral arqueológico mais antigo de milho (7000 anos) foi encontrado no Vale do Tehuacan no México. Existem numerosas teorias para a origem do milho, no entanto, apenas duas delas têm recebido atenção: a que considera o teosinto (*Zea mexicana*) como seu ancestral selvagem e a outra que considera um tipo selvagem de milho de vagem, atualmente extinto, como o ancestral do milho domesticado, sendo a primeira hipótese mais aceita (BROWN & DARRAH, 1985).

A planta de milho é monóica, ou seja, possui os órgãos masculino e feminino na mesma planta em inflorescências diferentes: o pendão é o órgão masculino e as espigas o feminino. Além de ser uma espécie monóica, o milho apresenta protandria (as anteras apresentam os grãos de pólen maduros quando os estigmas ainda não estão receptivos) (BORÉM, 2005).

Em nossas condições, o ciclo da cultura é variável entre 100-180 dias, período compreendido entre a semeadura e a colheita e variável com o material cultivado (superprecoce, precoce e normal). Durante esse período, a cultura passa por estágios vegetativos (V) e reprodutivos (R) com subdivisões [V(n)] que indicam o número de folhas emitidas antes do pendoamento (Vt) e o estágio de emergência (VE) e que variam de R1 (embonecamento) a R6 (maturidade fisiológica) (MAGALHÃES & DURÃES, 2006).

Além disso, normalmente a cultura é cultivada em dois períodos durante um mesmo ano agrícola, que compreende o cultivo na época normal, primeira época ou safra ou cultivo de verão e o cultivo de segunda época ou safrinha ou cultivo de inverno. O cultivo na primeira safra normalmente ocorre entre agosto a setembro no Sul do Brasil, e de outubro a novembro nos estados do Centro-Oeste e Sudeste. O cultivo realizado nessa época é feito em função da concentração das chuvas. O milho safrinha é cultivado

extemporaneamente, de janeiro a abril, quase sempre depois da soja precoce, na região Centro-Sul brasileira, compreendendo os estados do Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e, mais recentemente, Minas Gerais (CRUZ et al., 2006).

A população de plantas ideal varia de 30.000 a 90.000 plantas ha⁻¹, sendo recomendada a adoção de uma população de 40.000 a 50.000 plantas por hectare para variedades, 45.000 a 55.000 plantas por hectare para os híbridos duplos e de 50.000 a 60.000 plantas por hectare para os híbridos triplos e simples, podendo chegar a 80.000 plantas por hectare (CRUZ et al., 2006).

O Brasil, no panorama mundial, é o quarto país em consumo e o terceiro maior produtor mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, com uma expectativa de produção para a safra 2016/2017 de 82 milhões de toneladas (FIESP, 2016). No entanto, a produtividade média nacional (cerca de 5 t ha⁻¹) ainda é muito inferior à alcançada nos Estados Unidos (cerca de 10 ton ha⁻¹). Em termos de produção nacional de milho de primeira safra as principais regiões produtoras são a Sul e a Sudeste que produziram cerca de 14 e 8 mil toneladas na safra 2014/15, respectivamente. No caso do milho de segunda safra, a região Centro-oeste e Sul são as principais regiões produtoras e produziram o equivalente a 37 e 11 mil toneladas na safra 2014/15, respectivamente. As maiores produções do milho de primeira e segunda safra são provenientes dos estados do Rio Grande do Sul e Mato Grosso, respectivamente. Entretanto, as maiores produtividades são obtidas no Paraná (cerca de 8 ton ha⁻¹) e Distrito Federal (9 ton ha⁻¹) para o milho de primeira e segunda safra, respectivamente (BRASIL, 2016b).

2.2 Artropodofauna do milho

O milho é infestado por uma ampla diversidade de artrópodes tanto no campo quanto no armazenamento, Os artrópodes-praga que atacam o milho a campo são as vaquinhas, *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Astylus variegatus* (Germar) (Coleoptera: Dasytidae), *Cerotoma* sp. e *Diphaulaca* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae), a lagarta-elasm *Elasmopalpus lignoselus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), o percevejo-castanho *Scaptocoris castanea* (Perty) (Hemiptera: Cydnidae), a lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), a broca-da-cana *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae), as lagartas-das-espigas *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), as larvas-aramé *Conoderus* spp. e

Melanotus spp. (Coleoptera: Elateridae), os cupins *Cornitermes* sp., *Procornitermes* sp., *Syntermes* sp. (Isoptera: Termitidae) e *Heterotermes* sp. (Isoptera: Rhynotermitidae), os corós *Cyclocephala* spp., *Diloboderus abderus* Sturm, *Eutheola humilis* (Burmeister) e *Dyscinetus dubius* (Olivier) (Coleoptera: Scarabaeidae) e *Stenocrates* sp., *Liogenys* sp e *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Melolonthidae), os tripses *Frankliniella williamsi* Hood (Thysanoptera: Thripidae), os percevejos barriga-verde *Dichelops furcatus* (Fabricius) e *D. melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), o percevejo-verde *Nezara viridula* (Linnaeus) (Heteroptera: Pentatomidae), a cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), a lagarta-rosca *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-militar *Mocis latipes* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae), a cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta* (Stall) (Hemiptera: Cercopidae), a cigarrinha *Peregrinus maidis* (Ashmead) (Hemiptera: Delphacidae), o pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Hemiptera: Aphididae) e a mosca-da-espiga *Euxesta* spp. (Diptera: Ulididae) (VALICENTE, 2015).

Dentre as pragas que atacam o milho no armazenamento encontram-se os besouros *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae), *S. oryzae* Linné e *S. zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Laemophloeidae), *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus) (Coleoptera: Cucujidae), *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) e as traças *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Ephestia kuehniella* (Zeller), *E. elutella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). Dentre essas espécies *S. oryzae* e *S. zeamais* são as mais preocupantes economicamente e justificam a maior parte do controle químico praticado nos armazéns (PIMENTEL et al., 2011).

2.3 O gorgulho-do-milho e seu controle

O gorgulho-do-milho, *S. zeamais* é uma das pragas cosmopolitas de maior importância para os cereais, em especial para o milho, nas regiões tropicais e subtropicais (DANHO et al., 2002) sendo capaz de iniciar seu ataque à cultura quando essa ainda se encontra no campo e de infestar grãos intactos de milho (PIMENTEL et al., 2011).

Os adultos medem de 2,0 a 3,5 mm de comprimento, apresentam coloração castanho-escuro, manchas claras nas asas anteriores, cabeça projetada para frente, com rostró curvado. Os machos possuem rostró mais curto e grosso e as fêmeas apresentam rostró mais longo e afilado. As larvas tem coloração amarelo-clara e a cabeça marrom-escuro e as pupas são brancas. O período de oviposição é de 104 dias e o período de incubação dos ovos é entre 3 e 6 dias. O ciclo total de ovo a adultos é de 34 dias (LORINI et al. 2010).

O inseto é capaz de infestar não somente grãos como também algumas frutíferas temperadas tais como maçã, pêsego e uva (AFONSO et al., 2005).

O controle da praga no armazenamento é feito, preponderantemente, através do uso de inseticidas tanto de maneira preventiva quanto em caráter curativo. Após a limpeza, secagem e expurgo, os grãos devem ser armazenados em ambientes limpos e higienizados por períodos de tempo variável que podem, em muitas ocasiões, serem superiores a 60 dias. Desta forma, antes do armazenamento é comum o tratamento com formulações líquidas por ocasião do enchimento da unidade armazenadora (ALLEONI & FERREIRA, 2006). Atualmente, apenas os ingredientes ativos bifentrina, fenitrotiona e pirimifós metílico estão registrados no Ministério da Agricultura para este tipo de controle de *S. zeamais* em milho. Os demais produtos registrados (seis formulações comerciais) a base de fosfeto de alumínio e magnésio, são para uso na forma de expurgo (BRASIL, 2016c).

Alguns trabalhos têm considerado a exposição mútua à atmosfera modificada com dióxido de carbono e fosfina como uma alternativa de manejo da praga (COELHO et al., 2000) ou com inseticidas de contato (deltametrina) e o ozônio (LUZ, 2014). Em outros estudos a atmosfera modificada com ozônio tem sido empregada como opção exclusiva de controle (ROZADO et al., 2008). Entretanto, em ambos os casos, essas alternativas têm sido mais exploradas em escala experimental.

Desta forma, medidas alternativas de controle devem ser buscadas e incorporadas ao manejo da praga. Dentre as possíveis alternativas que podem ser trabalhadas encontra-se a resistência hospedeira.

2.4 Resistência de milho à *S. zeamais*

A resistência de plantas encontra-se entre os métodos mais conhecidos de controle de insetos e adequa-se ao manejo integrado de pragas (MIP), pois utiliza formas

alternativas ao controle químico convencional para controlar a população de insetos. As categorias de resistência são conhecidas como antibiose, não-preferência e tolerância (TONET & SILVA, 1995; GATEHOUSE, 2002; SMITH, 2005). Não-preferência ocorre quando a planta não é percebida como hospedeira para determinado artrópode. Em outras palavras, não-preferência ocorre quando uma planta possuindo determinadas características é menos afetada por ataque de insetos do que outra planta que não possui essas características, como por exemplo compostos repelentes, deterrentes, presença de tricomas e superfícies cerosas (SMITH, 2005). Já a antibiose ocorre quando, ao se alimentar de uma planta resistente, processos biológicos do inseto são afetados pelas defesas presentes nas plantas, provocando efeitos fisiológicos como morte de instares iniciais, distúrbios fisiológicos como declínio no tamanho e peso de larvas e ninfas, prolongamento do período larval, diminuição da fecundidade e distúrbios morfogênicos como precocidade na formação de pupas (PANDA & KUSH, 1995). No caso da tolerância, a herbivoria não é impedida, no entanto, reações compensatórias são desencadeadas na planta para que o dano sofrido seja compensado (MAURICIO et al., 1997).

A presença de proteínas, compostos fenólicos e inibidores de enzimas digestivas além da dureza do grão são fatores relacionados à resistência de grãos de milho ao ataque de *S. zeamais* (DEMISSIE et al., 2015; MARSARO JÚNIOR et al., 2005a). Aspectos da dureza dos grãos também foram testados por Thorne & Eubanks (2015), que utilizaram materiais de milho com maior dureza de tegumento e encontraram diminuição na emergência de *S. zeamays* devido a, provavelmente, genes provenientes de *Tripsacorn* que conferem maior dureza ao tegumento do milho. Inibidores de amilase também tiveram seu papel comprovado na resistência de híbridos de milho ao ataque de *S. zeamais* onde larvas do gorgulho tiveram melhor desempenho em genótipos com menores níveis de inibidores de amilase (MARSARO JÚNIOR et al., 2005b).

2.5 Toxinas cry

As toxinas do Bt (*Bacillus thuringiensis*) formam um numeroso grupo denominadas ICP (“Insecticidal Crystal Proteins”), as quais foram classificadas por Crickmore et al. (1998) a partir da seqüência primária de aminoácidos.

Existe um grande número de toxinas já identificadas com ação sobre vários grupos de insetos, incluindo lepidópteros, coleópteros, dípteros e himenópteros. As toxinas Cry4,

Cry10, Cry11, Cry16, Cry17, Cry19 e Cry20 possuem ação descrita contra insetos da ordem Diptera. As toxinas Cry5 e Cry22 possuem ação contra insetos da ordem Hymenoptera, as toxinas Cry3, Cry7, Cry8, Cry14, Cry18, Cry23 possuem ação contra Coleoptera e as toxinas Cry1, Cry2, Cry9, Cry15 possuem ação contra insetos da ordem Lepidoptera (BELTRÃO, 2006).

A ação das toxinas cry se inicia com a ingestão das inclusões cristalinas pelas larvas dos insetos alvo. Após a ingestão, as proteínas que se encontravam insolúveis e presas umas às outras formando o cristal, são solubilizadas no pH alcalino do intestino médio dos insetos liberando as protoxinas. As protoxinas são ativadas pelas enzimas digestivas, sendo convertidas em polipetídeos tóxicos, que atravessam a membrana peritrófica e reconhecem os receptores específicos presentes nas microvilosidades das células epiteliais do intestino médio das larvas suscetíveis às quais elas se ligam. Após o reconhecimento do receptor, a toxina induz a formação de poros na membrana celular do epitélio intestinal que provoca o desequilíbrio iônico entre o citoplasma e o meio externo à célula. Ocorre então a destruição das microvilosidades, hipertrofia das células epiteliais, vacuolização do citoplasma e lyse celular, levando o inseto a paralisia e morte (FIUZA, ???; BELTRÃO, 2006).

Não se espera ação das toxinas específicas de Lepidoptera, a exemplo das Cry 1, sobre Coleoptera (OPPERT et al., 2010; HANSEN et al., 2012). Todavia, mesmo sem produzir uma resposta tóxica aguda nesses insetos (morte), elas podem causar algum efeito adverso (toxicidade crônica) alterando alguma característica do ciclo biológico do inseto, causando antibiose. Trabalhos anteriores realizados com o propósito de selecionar estirpes de *Bacillus* efetivas contra insetos da ordem Lepidoptera, Coleoptera e Diptera selecionaram duas estirpes de *Bacillus thuringiensis* denominadas S234 e S997 que apresentaram ação contra as três ordens de insetos. Essas estirpes apresentaram por meio da PCR indicação da presença dos genes cry1Aa, cry1Ab, cry1Ac, cry1B e cry2 (PRAÇA et al., 2004), confirmando parte dos efeitos esperados e descritos anteriormente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade de Brasília (UnB), no laboratório de Proteção de Plantas, entre 24 de março e 09 de junho de 2016.

Os genótipos de milho empregados no ensaio encontram-se listados na Tabela 1. Os genótipos foram obtidos da empresa Du Pont Pioneer seeds e não continham adição de nenhum produto químico.

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 na Universidade Federal de Viçosa (UFV) sendo identificados como *S. zeamais*.

Os tratamentos foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Para os testes empregou-se 20 g de cada genótipo, sendo ainda retirada uma amostra de 100 sementes para quantificação do teor inicial de umidade. As amostras para quantificação do teor inicial de umidade foram e destinadas à estufa com circulação forçada de ar regulada para $103 \pm 1^\circ\text{C}$ por 72 h (ASAE, 2000).

As amostras de cada genótipo foram inseridas no interior de recipientes de vidro transparente de 800 mL de capacidade vedados com tampa de metal previamente identificados com etiqueta de papel. Cada recipiente recebeu 30 adultos de *S. zeamais* não sexados de até cinco dias de idade, que foram mantidos em contato com os grãos por sete dias. Após esse período, os adultos foram removidos e os grãos acompanhados diariamente quanto à emergência de adultos F1. Após a emergência do primeiro adulto as avaliações, realizadas em caráter diário, persistiram por mais 42 dias. Durante as avaliações foram contabilizados a densidade e o peso dos adultos emergidos, bem como a data de emergência. Os insetos emergidos foram pesados em balança de precisão analítica modelo M6202, com precisão de quatro dígitos. Após a última avaliação, os grãos foram pesados e destinados à estufa com circulação forçada de ar regulada para $103 \pm 1^\circ\text{C}$ por 72 h de acordo com a metodologia da American Society of Agricultural Engineering (ASAE, 2000), sendo a perda de massa em decorrência do ataque (%) contabilizada dividindo-se a perda de massa seca (= massa seca inicial – massa seca final) sobre a massa seca inicial,

sendo o resultado multiplicado por 100, para expressão em porcentagem. Os grãos foram pesados na mesma balança utilizada para pesagem dos insetos.

O período médio de desenvolvimento (PMD) correspondente à média do número de dias gastos para emergência dos adultos a partir da data de infestação foi calculado através da fórmula:

$$PMD = \frac{\sum \text{dias de emergência} \times \text{insetos emergidos}}{\sum \text{insetos emergidos}},$$

conforme adotado por Girão Filho et al. (2014). Os tratamentos em que não houve emergência de insetos ou em que só ocorreu emergência em uma das repetições não foram utilizados nas comparações. O peso médio dos insetos emergidos foi obtido dividindo-se o peso total de todos os insetos emergidos na parcela experimental pelo número total de insetos emergidos nessa mesma parcela experimental. O PMD, a densidade total de indivíduos emergidos em cada genótipo (ao longo do período de avaliação), o peso médio dos indivíduos emergidos e a perda de massa devido ao ataque dos insetos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) seguida de teste Scott-Knot a 5% de significância empregando o SAS software (SAS, 2002) e o programa Genes (CRUZ, 2006).

Tabela 1. Genótipos empregados no teste de antibiose de milho ao ataque de *S. zeamais*.

Híbrido	Evento	Proteína	Tipo de híbrido
BG7037YH	MON-ØØ81Ø-6 x	Cry1Ab x	Simples
	DAS-Ø15Ø7-1	Cry1F/PAT	
BG7330H	DAS-Ø15Ø7-1	Cry1F/PAT	Simples
BG7432H	DAS-Ø15Ø7-1	Cry1F/PAT	Simples
BG7439H	DAS-Ø15Ø7-1	Cry1F/PAT	Simples
BG7542H	DAS-Ø15Ø7-1	Cry1F/PAT	Simples
P2866H	DAS-Ø15Ø7-1	Cry1F/PAT	Simples
P3161	Sem	Sem	Simples
P3250	Sem	Sem	Triplo
P3630H	DAS-Ø15Ø7-1	Cry1F/PAT	Simples
P3779H	DAS-Ø15Ø7-1	Cry1F/PAT	Simples

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram verificadas diferenças significativas em relação à densidade total de adultos de *S. zeamais* ($F_{9,30} = 5,01$; $p = 0,0004$) e ao peso médio ($F_{9,30} = 4,54$; $p = 0,008$) dos adultos emergidos dos diferentes genótipos de milho testados.

O maior número de adultos de *S. zeamais* emergiu dos genótipos BG7330H, P3250 e BG7037YH sendo a menor emergência associada aos genótipos P3779H, BG7439H, BG7542H, BG7432H, P3161, P3630H e P2866H (Figura 1). Os genótipos BG7330H, P3250 e BG7037YH também produziram os adultos com maior peso, além dos genótipos BG7439H, BG7432H e P3779H. Adultos de menor peso foram produzidos pelos genótipos P3161, P3630H e P2866H (Figura 2).

Hansen et al. (2012) estudaram o efeito de grão de milho contendo a toxina Cry1Ab sobre *S. zeamais* e seu parasitoide *Lariophagus distinguendus* (Förster) (Hymenoptera: Pteromalidae) e verificaram que os besouros não tiveram características do seu desenvolvimento (tempo de desenvolvimento e massa corporal) afetadas pela toxina Bt presente nos grãos e, ao contrário, as fêmeas que emergiram desses genótipos foram mais pesadas. Resultados semelhantes foram observados nesse trabalho em que o genótipo BG7037YH, que contém a toxina Cry1Ab, proporcionou emergência do maior número de adultos com grande massa corporal (Figuras 1 e 2). Similarmente, Oppert et al. (2010) testaram o efeito de Cry1F sobre *S. oryzae* e verificaram que pós da protoxina incorporada na dieta não afetaram significativamente os parâmetros biológicos do inseto. Desta forma, similarmente ao que foi observado neste estudo, as diferenças encontradas em relação ao número de adultos de *S. zeamais* emergidos e peso dos insetos emergidos, não podem ser atribuídas às diferenças relativas às toxinas presentes nos materiais, tendo em vista que materiais convencionais (sem toxinas Cry), tais como P350, se comportaram como tão suscetíveis quanto os materiais transformados - BG7330H, BG7037YH (contendo as toxinas Cry).

Marsaro Jr. et al. (2005a), por sua vez, observaram diferenças em relação ao número de adultos de *S. zeamais* emergidos de 11 híbridos de milho, atribuindo a menor emergência de adultos nos genótipos resistentes aos inibidores de amilase presentes nos grãos, tendo em vista que em outro estudo esses mesmos autores observaram correlação significativa e negativa entre os índices de suscetibilidade de híbridos de milho ao ataque de *S. zeamais* e os inibidores de amilase presentes nos grãos (MARSARO JR. et al.,

2005b). Todavia, esses mesmo autores não encontraram diferenças em relação à massa dos gorgulhos adultos emergidos dos híbridos de milho testados, o que contrasta com os resultados encontrados nesse estudo. Os autores atribuíram esse resultado aos níveis elevados de proteínas presentes nos híbridos testados, em níveis acima do ótimo requerido para o desenvolvimento do inseto. Desta forma, é provável que os híbridos testados nesse trabalho apresentem diferenças significativas em relação à composição química dos grãos e relacionadas a alterações nos compostos anti-nutricionais ou deterrentes de alimentação (compostos antibióticos) ou nos compostos nutricionais (proteínas e açúcares estimulantes de alimentação), ou essa diversidade ocorra em função de alteração na dureza mecânica dos grãos (grãos dentados versus duros) conforme sugerido por Serratos et al. (1987) e por Suleiman et al. (2015), algo que justificaria as diferenças encontradas em relação ao número e ao peso dos adultos emergidos. Vale destacar que o genótipo P2866H não produziu insetos, possuindo, portanto, alto grau de resistência à *S. zeamais*.

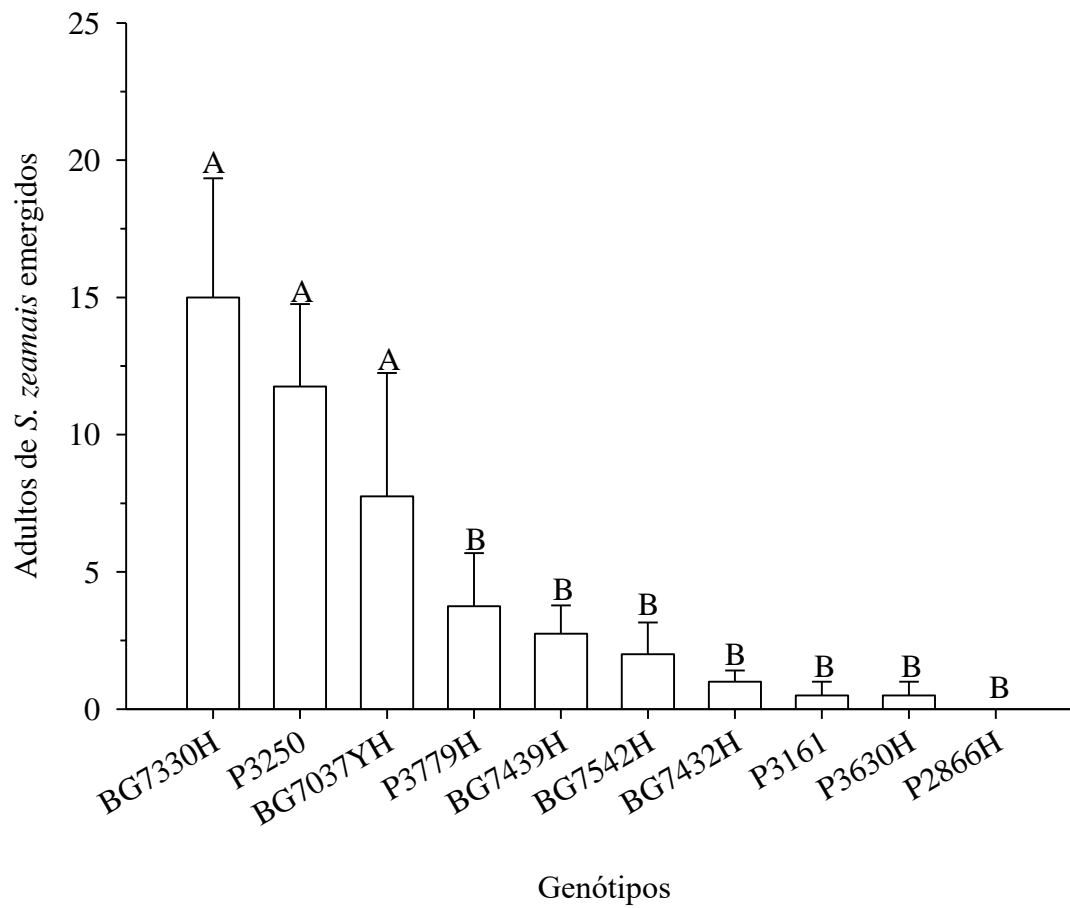


Figura 1. Densidade média (\pm EPM) de adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) emergidos de grãos de milho (*Zea mays* L. Poaceae) de diferentes genótipos ao longo de 75 dias.

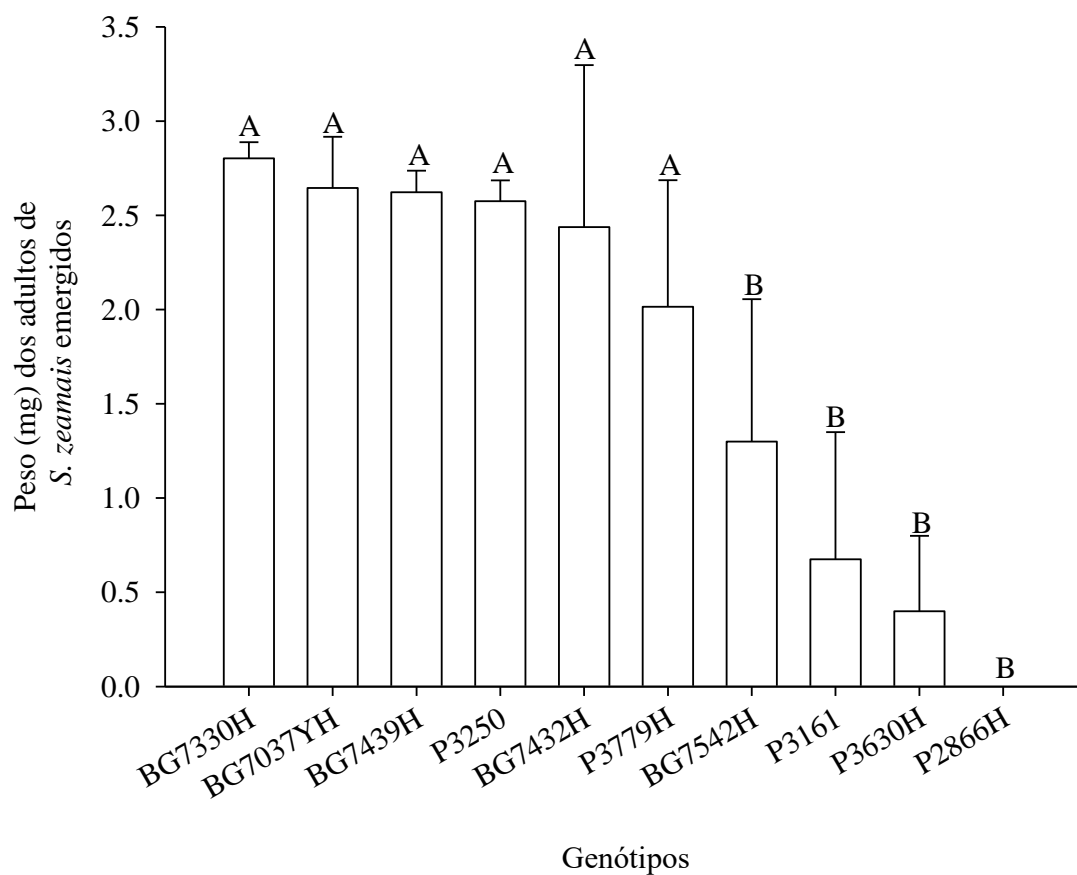


Figura 1. Peso médio (mg) (\pm EPM) de adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) emergidos de grãos de milho (*Zea mays* L. Poaceae) de diferentes genótipos ao longo de 75 dias.

Não foram verificadas diferenças significativas em relação à perda de massa seca dos grãos de milho atacados por *S. zeamais* e tão pouco em relação ao período de tempo médio gasto no desenvolvimento do inseto (Tabela 2). A umidade inicial dos grãos variou de 10,76 a 11,94% e a final (dos grãos ao final do ensaio) de 11,34 a 12,97%. Mesmo sem terem sido detectadas diferenças significativas em relação à perda de massa seca, caso a mesma taxa de perda de peso associada aos genótipos BG7037YH (1,70%), BG7330H (1,69%) e P3250 (1,87%) for aplicada a uma massa de grãos de 1.000 kg (1 ton), a perda acumulada em cerca de 50 dias (período de tempo médio gasto para o desenvolvimento do inseto) seria de cerca de 17,0 e 18,7 kg, sendo muito superior à observada no genótipo P2866H que não produziu adultos do inseto, não contribuindo para perda de peso dos grãos armazenados. Esses fatores devem ser levados em consideração no momento da seleção do híbrido a ser cultivado e armazenado, conforme alertado por Tefera et al. (2013) que ao testarem a resistência de 22 híbridos e 3 padrões comerciais ao ataque de *S. zeamais* verificaram que pelo menos um dos materiais testados reuniu as características de produtividade superior aos padrões comerciais testados e resistência ao inseto, devendo ser priorizado para o manejo do inseto em condição de armazenamento. Estudos futuros devem focar o estudo das causas de resistência dos genótipos BG7542H, P3161, P3630H e P2866H, que foram os que menos permitiram a emergência de insetos e produziram, ao mesmo tempo, insetos de menor massa corporal, ao ataque de *S. zeamais*.

Tabela 2. Perda de peso (%) média dos grãos de diferentes genótipos de milho (*Zea mays* L. Poaceae) submetidos ao ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) e período médio de desenvolvimento (dias) (\pm EPM) de *S. zeamais* desenvolvendo-se em diferentes genótipos de milho.

Genótipos	Perda de massa seca dos grãos (%)/20 g	Período de tempo médio de desenvolvimento (dias)
BG7037YH	1,70 \pm 1,70	43,25 \pm 3,64
BG7330H	1,69 \pm 0,67	49,29 \pm 3,63
BG7432H	0,54 \pm 0,28	53,17 \pm 8,85
BG7439H	0,06 \pm 0,06	46,81 \pm 3,19
BG7542H	0,91 \pm 0,81	52,75 \pm 2,25
P2866H	0,00 \pm 0,00	0,00*
P3161	0,09 \pm 0,09	38,50*
P3250	1,87 \pm 0,48	53,79 \pm 1,65
P3630H	0,60 \pm 0,29	57,50*
P3779H	0,52 \pm 0,11	53,80 \pm 2,22
$F_{9,20} = 1,16$ p = 0,3685		$F_{6,17} = 1,07$ p = 0,4185

5. CONCLUSÕES

- ✓ Foram verificadas diferenças significativas entre os genótipos de milhos testados quanto à resistência por antibiose ao ataque por *S. zeamais*;
- ✓ Tendo em vista o número de insetos emergidos e o peso dos insetos emergidos os genótipos BG7542H, P3161, P3630H e P2866H comportaram-se como os mais resistentes por antibiose ao ataque de *S. zeamais*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, A.P.; FARIA, J.L.; BOTTON, M.; LOECK, A.E. Controle de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Coleoptera: Curculionidae) com inseticidas empregados em frutíferas temperadas. **Ciência Rural**, 35: 253-258, 2005.

ALLEONI, B.; FERREIRA, W. Control of *Sitophilus zeamais* Mots., 1958 and *Sitophilus oryzae* (L., 1763) weevils (Coleoptera, Curculionidae) in stored rice grain (*Oryza sativa* L.) with insecticide pirimiphos methyl (Actellic 500 CE). In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION, 9, 2006, Campinas. **Anais...** Campinas: ABRAPOS, 2006. p.1234-1241.

ASAE - American Society of Agricultural Engineering. **Moisture measurement - unground grain and seeds**. In: Standards, 2000. St. Joseph: ASAE, 2000. 563p.

BELTRÃO, H. de B.M. **Interação das toxinas Cry do *Bacillus thuringiensis* svar. *israelensis* com o mesêntero de larvas do vetor *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)**. 2006. 82p. Dissertação (Mestrado) – Fundação Oswaldo Cruz, Recife, PE.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Superintendência Regional de Mato Grosso. **Processo (simplificado) de produção de etanol de milho - destilaria/usina flex - abordagem descritiva de um novo potencial**. Brasília: Conab, 2012. 9p.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Observatório agrícola: acompanhamento da safra brasileira – grãos**. Vol. 3 – safra 2015/16. No. 9. Junho de 2016. Brasília: Conab, 2016a. 174p.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Séries históricas**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>. Acesso em: 28 de junho de 2016b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Agrofit**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 29 de junho de 2016c.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2.Ed. Viçosa: UFV, 2005. 969p.

BROWN, W.L.; DARRAH, L.L. **Origin, adaptation, and types of corn**. NCH-10. Ames: Iowa State University, 1985. 6p.

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 quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 47: 625-630, 2003.

COELHO, E.M.; FARONI, L.D.F.; BERBERT, P.A.; MARTINS, J.H. EFICÁCIA DA Mistura dióxido de carbono-fosfina no controle de *Sitophilus zeamais* em função do período de exposição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 4: 227-234, 2000.

CRICKMORE, V.; ZEIGLER, D.R.; FEITELSON, J.; SCHNEPF, E.; RIE, V.J.; LERECLUS, D.; BAUM, J.; DEAN, D.H. Revision of the nomenclature for the *Bacillus thuringiensis* pesticidal proteins. *Microbiol. Molecular Biology Review*, v. 62, p. 807-813, 1998.

CRUZ, C.D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2006. 442p.

CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). *A Cultura do Milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap.12, p.303-362.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H.M.; OLIVEIRA, M.F. de; SANTANA, D.P. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 87).

DANHO, M.; GASPAR, C.; HAUBRUGE, E. The impact of grain quantity on the biology of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae): oviposition, distribution of eggs, adult emergence, body weight and sex ratio. **Journal of Stored Products Research**, 38: 259-266.

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.

GIRÃO FILHO, J.E.; ALCÂNTARA NETO, F.; PÁDUA, L.E.M.; PESSOA, E.F. Repelência e atividade inseticida de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Boheman em feijão-fava armazenado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 16: 499-504, 2014.

FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP). **Safra Mundial de Milho 2016/17-2 levantamento do USDA**. Disponível em: http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicações/safra-mundial-de-milho-2/attachment/boletim_milho_junho2016/. Acesso em: 26 de Junho de 2016.

FIUZA, L.M. Mecanismo de ação de *Bacillus thuringiensis*. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n.38, p.32-35, 2009.

GARCIA, J.C.; MATTOSO, M.J.; DUARTE, J.O.; CRUZ, J.C. **Aspectos econômicos da produção e utilização do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 74).

GATEHOUSE, J.A. Plant resistance towards insect herbivores: a dynamic interaction. **New Phytologist**, 156: 145-169, 2002.

HANSEN, L.S.; LÖVEI, G.L.; SZÉKÁCS, A. Survival and development of a stored-product pest, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), and its natural enemy, the parasitoid *Lariophagus distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae), on transgenic Bt maize. **Pest Management Science**, 69: 602-606, 2012.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, C.F.; FRANÇA-NETO, J.B.;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.)

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

LUZ, C.E.A. **Sinergia entre o controle químico e a atmosfera modificada com ozônio para o manejo do gorgulho-do-milho**. 2014. 35p. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília.

MARSARO JR., A.L.; LAZZARI, S.M.N.; KADOZAWA, E.Y.H.; HIROOKA, E.Y.; GERAGE, A.C. Avaliação da resistência de híbridos de milho ao ataque de *Sitophilus zeamais* motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) no grão armazenado. **Semina: Ciências Agrárias**, 26: 173-178, 2005a.

MARSARO JR., A.L.; LAZZARI, S.M.N.; FILGUEIRA, 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, 2005b.

MAURICIO, R.; RAUSHER, M.D.; BURDICK, D.S. Variation in the defense strategies of plants: are resistance and tolerance mutually exclusive? **Ecology**, 78: 1301–1311, 1997.

OPPERT, B.; ELLIS, R.T.; BABCOCK, J. Effects of Cry1F and Cry34Ab1/35Ab1 on storage pests. **Journal of Stored Products Research**, 46: 143-148, 2010.

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

PANDA, N.; KHUSH, G.S. **Host plant resistance to insects**. Wallingford: CAB, 1995. 448p.

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

PIMENTEL, M.A.G.; SANTOS, J.P. dos; LORINI, I. **Cultivo do milho**: colheita e pós-colheita. Pragas de grãos armazenados. 7.Ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. Versão eletrônica. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/colpragas.htm.

PRAÇA, L.B., BATISTA, A.C.; MARTINS, E.S.; SIQUEIRA, C.B.; DIAS, D.G. de S.; GOMES, A.C.M.M.; FALCÃO, R.; MONNERAT, R.G. Estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas contra insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Diptera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.11-16, 2004.

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

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

SERRATOS, A.; ARNASON, J.T.; NOZZOLILLO, C.; LAMBERT, J.D.H.; PHILOGÈNE, B.J.R.; FULCHER, G.; DAVIDSON, K.; PEACOCK, L.; ATKINSON, J.; MORAND, P. Factors contributing to resistance of exotic maize populations to maize weevil, *Sitophilus zeamais*. **Journal of Chemical Ecology**, 13: 751-762, 1987.

SMITH, C.M. **Plant resistance to arthropods**: molecular and conventional approaches. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2005. 423p.

SULEIMAN, R.; WILLIAMS, D.; NISSEN, A.; BERN, C.J.; ROSENTRATER, K.A. Is flint corn naturally resistant to *Sitophilus zeamais* infestation? **Journal of Stored Products Research**, 60: 19-24, 2015.

TEFERA, T.; DEMISSIE, G.; MUGO, S.; BEYENE, Y. Yield and agronomic performance of maize hybrids resistant to the maize weevil *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Crop Protection**, 46: 94-99, 2013.

THRONE, J.E.; EUBANKS, M.W. Resistance of tripsacorn-introgressed maize lines to *Sitophilus zeamais*. **Journal of Stored Products Research**, 64: 62-64, 2015.

TONET, G.L.; SILVA, R.F.P. Resistência de genótipos de trigo ao pulgão verde dos cereais *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hom. Aphididae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 30: 299-306, 1995.

VALICENTE, F.H. **Manejo integrado de pragas na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 13p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 208).

WHITE MARTINS. **Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Produto fosfina. FISQP no.: P-4643-H.** Disponível em: [http://www.medigas.com/sa/br/WMSEGPRO.NSF/43419c9f92323ddf83257a8c004a0d1e/610b8927dc4e90bc832575ac0063af96/\\$FILE/P4643.pdf](http://www.medigas.com/sa/br/WMSEGPRO.NSF/43419c9f92323ddf83257a8c004a0d1e/610b8927dc4e90bc832575ac0063af96/$FILE/P4643.pdf). Acesso em: 29 de junho de 2016.