



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANIDADE
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

EMILENE SOUSA MENDONÇA

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO A *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH,
1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

São Luís – MA

2019

EMILENE SOUSA MENDONÇA

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO A *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Maranhão, Campus São Luís, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Profa. Dra. Janaina Marques Mondego

São Luís – MA

2019

Mendonça, Emilene Sousa.

Resistência de genótipos de milho a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) / Emilene Sousa Mendonça. – São Luís, 2019.

39 p.

Monografia (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Profa. Dra. Janaína Marques Mondego.

1. Antibiose. 2. Lagarta-do-cartucho. 3. *Zea mays*. I. Título

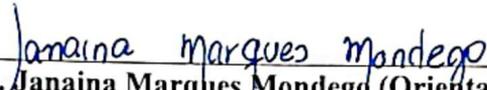
CDU: 633.15-29

EMILENE SOUSA MENDONÇA

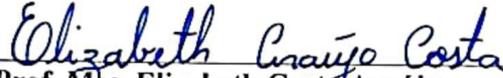
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Maranhão, Campus São Luís, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 25/06/2019

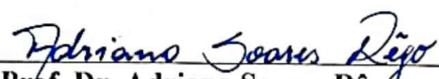
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Janaina Marques Mondego (Orientadora)
Doutora em Agronomia – Agricultura Tropical
Universidade Estadual do Maranhão (PNPD/CAPES)



Prof. Msc. Elizabeth Costa Araújo
Mestre em Agroecologia
Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Dr. Adriano Soares Rêgo
Doutor em Produção Vegetal
Universidade Estadual do Maranhão (DCR/FAPEMA/CNPQ)

São Luís – MA

2019

DEDICO

Aos meus sobrinhos Karinne Raquel, Miguel e Cecília Beatriz por enriquecer minha vida com amor, alegria e carinho.

OFEREÇO

Aos meus pais Maria Flora Sousa e Antonio Augusto Mendonça, as minhas irmãs e irmãos pelo afeto, incentivo e apoio em minha formação pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Ao meu DEUS, que todos os dias me deu forças para nunca desistir. Obrigada Senhor pela saúde e por permitir alcançar meu sonho, pois sei que a graça de Deus se faz presente em todos os momentos da minha vida, sem Ele nada disso teria acontecido.

À Universidade Estadual do Maranhão, por garantir minha formação profissional.

A minha orientadora, Dra. Janaína Margues Mondego pelos ensinamentos, dedicação, confiança e pela amizade que se consolidou nesse período, além de sua competência, paciência e atenção nas revisões e sugestões que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho, sou eternamente grata.

A todos os professores da graduação pelo conhecimento transmitido durante o curso que contribuíram para minha formação.

Aos funcionários da Fazenda Escola pela atenção e suporte durante a execução dos experimentos.

A toda minha família pelo carinho e apoio que me deram nessa grande jornada, especialmente a minha querida mãe Maria Flora Sousa Mendonça pelo amor infinito, dedicação e educação que me deu, e por ser meu alicerce que me fortalece para as batalhas do dia a dia. Ao meu pai Antônio Augusto Mendonça que nunca nos deixou faltar nada, sempre batalhando para o conforto da família.

As minhas irmãs Ediléia e Edlene Sousa Mendonça por serem sempre minhas companheiras, amigas e confidentes. Imensamente grata a Ediléia por ser esse exemplo de mulher inteligente, determinada e principalmente ser a minha fonte de inspiração para alcançar meus objetivos. Agradeço pelo total apoio, confiança e proteção que as duas sempre me deram.

Aos meus irmãos, sobrinhos, tios, cunhadas, primos por sempre estarem presentes na minha vida proporcionando momentos de alegria.

Aos meus amigos Regina Monteiro do Nascimento, Ícaro Daniel Sousa de Sá, pela contribuição para realização deste trabalho, por todos os dias que me fizeram sorrir, me aturar, me zangar, mas que sempre estiveram ao meu lado, obrigada pela amizade que construímos nessa jornada.

Agradeço aos meus colegas de turma, Rafaela Santos, Aryana Cristina, Lêniton Mesquita, Paula Fernanda pelo companheirismo e momentos de alegrias compartilhados diariamente.

A toda equipe do Laboratório de Entomologia, que de forma direta ou indireta fizeram parte da elaboração deste trabalho, em especial ao professor Adriano Rêgo, Alberyca Ramos, Ociane Brito, Francilene Silva, Aline Mascarenhas, meu sincero reconhecimento.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, ajudando-me a concluir mais uma etapa da vida, realizando um sonho, pois dessa forma agradeço a todos.

Muito obrigada!

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por omitir.”

Augusto Cury

RESUMO

MENDONÇA, Emilene Sousa; Eng. Agrônoma. Universidade Estadual do Maranhão; julho de 2019; **RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO A *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**; Banca examinadora: Profa. Dra. Janaina Marques Mondego (Orientadora); Prof. Msc. Elizabeth Costa Araújo; Prof. Dr. Adriano Soares Rêgo.

Spodoptera frugiperda é uma espécie altamente polífaga, podendo causar danos econômicos em diversas culturas agrícolas, principalmente na cultura do milho. Desta forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar as categorias de resistência de genótipos de milho a *S. frugiperda* através da atratividade, do consumo e dos aspectos biológicos, em testes de antibiose e não-preferência para alimentação, com e sem chance de escolha. Para a criação da *S. frugiperda*, foram utilizados insetos coletados em culturas de milho no município de São Luís-MA, os quais foram mantidos e multiplicados no Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do Maranhão. Os genótipos de milho utilizados foram: AG1051, BRS 2022, BRS 4104, BRS 4103, BM 207 e BRS Caatingueiro que foram cultivados em vasos plásticos com terra preta e esterco bovino em casa de vegetação. Para o teste de antibiose utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e 50 repetições. Lagartas recém-eclodidas foram alimentadas com folhas dos genótipos de milho e mantidas em câmara climatizada até atingirem o estágio de pupas. As pupas formadas foram recolhidas, sexadas, pesadas em balança analítica e colocadas em gaiolas de tubo PVC (10 cm de diâmetro x 21 cm de altura), os adultos emergidos foram agrupados em casais, na proporção de 1:1. As avaliações foram iniciadas 24 horas após a instalação do experimento, foram analisadas: fase larval (peso aos 7e 14 dias; duração e viabilidade); fase pupal (peso após 24 horas, duração, viabilidade e porcentagem de deformação) e fase adulta (número de ovos/fêmea, longevidade de machos e fêmeas). No teste de não-preferência alimentar com e sem chance de escolha utilizou-se duas lagartas recém-eclodidas por variedade e uma lagarta de 3º instar por variedade em ambos os testes nos quais foram avaliadas a atratividade das lagartas em diferentes intervalos de tempo e a área foliar consumida. O delineamento experimental utilizado no teste com chance de escolha foi blocos ao acaso, com seis tratamentos (genótipos) e dez repetições, e para o sem escolha foi delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e vinte repetições. Em ambos os testes as avaliações foram iniciadas 72 horas após a liberação dos casais e os dados obtidos submetidos a variância (ANOVA) pelo teste F, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados obtidos nos testes de não-preferência foram submetidos ao teste de normalidade e comparados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Os resultados obtidos no teste de antibiose tanto aos sete como aos 14 dias, verificaram-se diferença significativa entre os genótipos de milho estudados. A duração do período larval foi maior nas lagartas alimentadas com os genótipos AG1051, BRS 4103, BRS Caatingueiro e BRS 2022. O genótipo AG1051 proporcionou o menor peso de pupa macho e fêmea diferindo significativamente do BRS 4103 que resultou em maior peso. No teste de preferência alimentar houve diferença significativa na atratividade de lagartas de primeiro instar de *S. frugiperda* no teste sem chance de escolha o menor número de lagartas foi verificado nos genótipos BRS 4104 e BM 207. No teste com chance de escolha com lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda*, observou-se que o genótipo BRS 4104 apresentou a maior atratividade de lagartas quando comparados com BRS 4103. A massa foliar consumida pelas lagartas o menor consumo foi observado no genótipo BRS 2022 e os maiores consumos observados nos genótipos AG 1051 e BRS 4103. O genótipo AG1051 apresenta características de resistência na categoria antibiose a *S. frugiperda*, por ocasionar os menores pesos larval e pupal, menor número de ovos/fêmea e ovos/postura fêmea e menor longevidade de machos de *S. frugiperda*.

Palavra-Chave: Antibiose. Lagarta-do-cartucho. *Zea mays*.

ABSTRACT

MENDONÇA, Emilene Sousa; Agronomic Engineer. State University of Maranhão; July 2019; **RESISTANCE OF CORN GENOTYPES TO *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**; Examining bank: Profa. Dr. Janaina Marques Mondego (Advisor); Prof. Msc. Elizabeth Costa Araújo; Prof. Dr. Adriano Soares Rêgo.

Spodoptera frugiperda is a highly polyphagous species, economic damage to various agricultural crops, especially in maize. Thus, the present study aimed to evaluate the resistance categories of *S. frugiperda* maize genotypes through attractiveness, consumption and biological aspects, in antibiosis and non-preference tests for food, with and without a choice. For the creation of *S. frugiperda*, insects were collected from maize crops in the city of São Luís-MA, which were kept and multiplied in the Laboratory of Entomology of the State University of Maranhão. The corn genotypes used were: AG1051, BRS 2022, BRS 4104, BRS 4103, BM 207 and BRS Caatingueiro that were grown in plastic pots with black soil and bovine manure under greenhouse conditions. For the antibiosis test, a completely randomized design with six treatments and 50 replicates was used. Newly hatched larvae were fed with leaves of the maize genotypes and kept in an air-conditioned room until reaching the pupae stage. The pupae formed were collected, sexed, weighed in analytical balance and placed in PVC tube cages (10 cm in diameter x 21 cm in height), the emerged adults were grouped in couples in a ratio of 1: 1. The evaluations were initiated 24 hours after the installation of the experiment, were analyzed: larval phase (weight at 7 and 14 days, duration and viability); pupal phase (weight after 24 hours, duration, viability and percentage of deformation) and adult phase (number of eggs / female, longevity of males and females). In the non-preference food test with and without a choice, two freshly hatched caterpillars were used per variety and a 3rd instar caterpillar per variety were used in both tests in which the attractiveness of the caterpillars was evaluated at different time intervals and leaf area consumed. The experimental design was randomized blocks, with six treatments (genotypes) and ten replications, and the experimental design was completely randomized, with six treatments and twenty replicates. In both tests the evaluations were initiated 72 hours after the release of the couples and the data obtained under variance (ANOVA) by the F test, the means compared by the Tukey test at 5% probability. The data obtained in the non-preference tests were submitted to the normality test and compared by the non-parametric Kruskal-Wallis test. The results obtained in the antibiosis test at both 7 and 14 days showed a significant difference between the maize genotypes studied. The duration of the larval period was higher in caterpillars fed AG1051, BRS 4103, BRS Caatingueiro and BRS 2022 genotypes. Genotype AG1051 provided the lowest weight of male and female pupa differing significantly from BRS 4103, which resulted in higher weight. In the food preference test there was a significant difference in the attractiveness of first instar caterpillars of *S. frugiperda* in the test with no chance of choice, the lowest number of caterpillars was verified in genotypes BRS 4104 and BM 207. In the test with a choice of third caterpillars instar of *S. frugiperda*, it was observed that genotype BRS 4104 showed the highest attractiveness of caterpillars when compared to BRS 4103. Leaf mass consumed by caterpillars the lowest consumption was observed in genotype BRS 2022 and the highest consumptions observed in genotypes AG 1051 and BRS 4103. The AG1051 genotype shows resistance characteristics in the antibiosis category to *S. frugiperda*, due to lower larval and pupal weights, lower number of eggs / female and eggs / female posture and lower longevity of *S. frugiperda* males.

Keyword: Antibiosis. Cartridge caterpillar. *Zea mays*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Peso aos 7 e 14 dias, viabilidade e período larval ($X \pm EP$) de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com genótipos de milho. São Luís (MA), 2018.....	22
Tabela 2. Peso, viabilidade e período pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com genótipos de milho. São Luís (MA), 2018	23
Tabela 3. Fecundidade e longevidade de adultos ($X \pm EP$) de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com genótipos de milho. São Luís (MA), 2018.....	24
Tabela 4. Número médio de lagartas recém-eclodidas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , atraídas por genótipos de milho, em diferentes intervalos de tempo após a liberação e área foliar consumida (AFC), em teste com e sem chance de escolha. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h. São Luis, MA, 2018.....	27
Tabela 5. Número médio de lagartas terceiro instar de <i>Spodoptera frugiperda</i> , atraídas por genótipos de milho, em diferentes intervalos de tempo após a liberação e área foliar consumida, em teste com e sem chance de escolha. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h. São Luís, MA, 2018.....	29

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE TABELAS	x
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Cultura do Milho	14
2.2 Biologia, danos e controle de <i>Spodoptera frugiperda</i>	15
2.3 Resistência de plantas a insetos.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Criação Massal de <i>S. frugiperda</i>	19
3.2 Genótipos de Milho Convencional.....	19
3.3 Antibiose de Genótipos de milho convencional a <i>S. frugiperda</i>	20
3.4 Não-Preferência para alimentação de <i>S. frugiperda</i> por genótipos de milho.....	20
3.4.1 Teste com chance de escolha	21
3.4.2 Teste sem chance de escolha.....	21
3.5 Análise Estatística	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Antibiose de Genótipos de milho convencional a <i>S. frugiperda</i>	22
4.2 Teste de Não-Preferência para alimentação de <i>S. frugiperda</i>	25
5. CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta pertencente à família Poaceae, originada das Américas. A espécie *Zea mays* é uma cultura de grande importância econômica, pois fornece diversos produtos para alimentação animal, humana, e para a indústria de alta tecnologia, por ser considerado um cereal de alto valor nutritivo cultivado em todo o mundo (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais dessa cultura, com produção de aproximadamente 55.621.400 toneladas na 2ª safra de 2018, sendo o Centro-Oeste responsável por cerca da maior produção nacional. A região Nordeste representa 6% da produção, constituindo-se na quinta região produtora do país, produzindo mais de 4.973.000 toneladas. O estado do Maranhão é o segundo no ranking nacional, com produção de 1.001.367 toneladas de milho no ano de 2018 (IBGE, 2018).

Os principais municípios maranhenses produtores de milho são: Balsas, Alto Parnaíba, Feira Nova do Maranhão, Riachão e Tasso Fragoso (SIDRA, 2018). Trata-se de uma cultura de grande importância econômica e social para o estado, servindo como alimento e geração de renda para agricultura familiar, pois esses produtores detêm de pouca tecnologia e capital para investimento, bem como na produção de grãos pelos grandes produtores (DUARTE et al. 2010).

Em virtude das características edafoclimáticas brasileira, a cultura do milho é acometida por agentes bióticos, com destaque as populações de insetos-praga, que dificultam o desempenho das cultivares nas regiões produtoras (FARINELLI; FILHO, 2006). Dentre essas pragas, destaca-se a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) considerada a principal praga da cultura do milho (LIMA JUNIOR et al. 2012).

A *Spodoptera frugiperda* consome as plântulas na fase de emergência e dos grãos no estágio de formação podendo provocar elevado déficit na produtividade; e ao se alimentar das folhas, a área fotossintética do vegetal é reduzida, ocasionando declínio na produtividade dos grãos nas espigas (CRUZ et al. 2013; GRIGOLLI, LOURENÇÃO, 2013).

Os danos causados pela *S. frugiperda*, iniciam-se com lagartas recém-eclodidas que raspam o tecido foliar deixando-a com uma membrana translúcida. Quando maiores migram para o cartucho, ocasionando danos as folhas novas e a parte apical do colmo, sendo facilmente identificada pela presença de excrementos no interior do cartucho (CAMPANHA et al. 2012).

O principal controle utilizado para a *S. frugiperda* tem sido o químico, entretanto, o uso excessivo pode ocasionar seleções de populações resistentes, efeitos deletérios ao ambiente, intoxicação do homem e aumento dos custos de produção (DIEZ-RODRIGUEZ; OMOTO, 2001; DALVI et al. 2011). Dessa forma, a identificação de plantas resistentes são ferramentas importantes a serem utilizadas como estratégias de controle de insetos-pragas.

A resistência de plantas a insetos insere-se como uma tática de manejo integrado de pragas (MIP), sendo uma alternativa ao controle químico. Esta é determinada por genes e manifestada por fatores químico, físico e morfológico (BOIÇA JÚNIOR et al. 2013).

Quando o mecanismo de resistência é de natureza química e afeta negativamente a biologia do inseto, sem que haja interferência em seu comportamento de alimentação ou oviposição, pode-se dizer que a planta é resistente por antibiose (BOIÇA JÚNIOR et al. 2015; TAIZ et al. 2017). A resistência por não-preferência ou antixenose ocorre quando características da planta hospedeira fazem com que ela seja menos preferida ao inseto para alimentação, oviposição ou abrigo, do que outra planta em igualdade de condições, afetando diretamente o comportamento dos insetos em relação à planta hospedeira (BUSOLI et al. 2015).

Por ser considerada uma praga de grande importância para o cultivo de milho no Brasil e Maranhão, a identificação de genótipos que possuam o mecanismo de resistência do tipo antibiose e não-preferência para alimentação, são essenciais para o controle e manejo da lagarta-do-cartucho, visando diminuir os impactos que ações unilaterais de controle possam causar ao meio ambiente.

Desta forma a presente pesquisa objetivou avaliar as categorias de resistência de genótipos de milho a *S. frugiperda* através da atratividade, do consumo e dos aspectos biológicos em diferentes genótipos de milho, em testes de antibiose e não preferência para alimentação, com e sem chance de escolha.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do Milho

O milho (*Zea Mays* L.) é uma espécie pertencente à família Poaceae e ao grupo de plantas com metabolismo C4. A espécie tem origem no teosinto (*Zea mays* ssp. mexicana (Schrader) Iltis), encontrada nativamente na América Norte, onde hoje se localiza o México, e é cultivada há mais de 8.000 anos em muitas partes do mundo (PATERNIANI, 2000; BARROS; CALADO, 2014). A grande adaptabilidade, representada por variados genótipos, permite o seu cultivo em diferentes ambientes, como climas tropicais, subtropicais e temperados (BARROS; CALADO, 2014).

A cultura do milho é considerada como uma das mais importantes mundialmente, devido sua composição química, valor nutricional e potencial produtivo, apresentando assim, considerável relevância nos aspectos socioeconômicos (OLIVEIRA et al. 2015). Trata-se de uma cultura versátil, que apresenta uma vasta gama de utilizações abrangendo seu emprego como alimento, assim como para uso industrial de áreas diversas, tais como química, farmacêutica, de bebidas e de combustível (PEREIRA FILHO; CRUZ; COSTA, 2008).

O grão da cultura do milho tem como características o peso médio de 250 a 300 mg; 72% de amido; 9,5% proteína; 9% fibra e 4% óleo (PAES, 2006). A parte vegetal é indicada na utilização de silagem, pois corresponde aos requisitos de uma boa silagem, tais como teor de matéria seca entre 30% a 35%; mínimo de 3% de carboidratos solúveis; baixo efeito tamponante e fácil fermentação microbiana (NUSSIO et al. 2001). Dessa forma, tornou o milho uma das principais matérias-primas para indústria e componente na alimentação humana e animal (ALVES et al. 2015).

Em relação aos produtores mundiais destacam-se os Estados Unidos seguido pela China e Brasil (USDA, 2017). Entretanto, o Brasil está em segundo lugar no ranking de maiores exportadores, sendo superado apenas pelos Estados Unidos (CONAB, 2018). No Brasil, o milho tornou-se uma das principais *commodities* com produção de 55.621.458 toneladas em 2018 (IBGE, 2018), sendo produzido tanto em pequenas propriedades, cuja finalidade é a subsistência e mercado interno, quanto em grandes extensões de terras para abastecer o mercado externo (PAVÃO; FILHO, 2011).

No aspecto social a cultura do milho é extremamente importante nos sistemas vinculados à agricultura familiar. Esses produtores detêm de pouca tecnologia e capital para investimento, não possuem grandes extensões de terras, e utilizam as variedades crioulas, que

podem ser reutilizadas nas safras seguintes preservando o seu potencial produtivo, desde que seja conservada a pureza genética. Algumas delas se destacam e têm demonstrado potencial produtivo igual ou superior ao de variedades melhoradas de alto rendimento, confirmando a importância das variedades locais, sobretudo como fonte de germoplasma na busca por genes com resistência, tolerância e/ou eficiência em relação aos estresses bióticos e abióticos (ARAÚJO; NASS, 2002; MACHADO; MACHADO, 2004; MACHADO, 2007; CRUZ, et al.2011).

2.2 Biologia, danos e controle de *Spodoptera frugiperda*

O gênero *Spodoptera* é amplamente difundido no mundo, nativa das regiões tropicais do continente americano, sendo encontrada desde a região Sul dos Estados Unidos até a Argentina (CAPINERA, 2002; NAGOSHI; MEAGHER, 2008). Dentre as 30 espécies pertencentes ao gênero *Spodoptera*, quinze são consideradas pragas agrícolas, pois alimentam-se de importantes culturas como milho (*Z. mays*), soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e arroz (*Oryza sativa* L.) (POGUE, 2002). A *Spodoptera frugiperda* destaca-se por se alimentar em mais de 180 espécies de plantas, incluindo o algodoeiro, milho e soja, além da grande disponibilidade de hospedeiros alternativos, que ocorrem em conjunto com as culturas susceptíveis em diferentes locais e épocas do ano (CAPINERA, 2008; SÁ et al. 2009).

A *Spodoptera frugiperda* é um inseto holometábolo, cujo os adultos são de hábito noturno, com acasalamento após a emergência, medindo cerca de 35 mm de envergadura, as asas anteriores são pardo escuras e as posteriores branco acinzentadas (CELSO et al. 2013). A oviposição é realizada na face superior das folhas, em grupos de 50 a 300 ovos, podendo chegar a um total de 1.000 ovos por fêmea. Os ovos, geralmente são acinzentados, mas podem apresentar várias cores, estes são recobertos por filamentos brancos, escamas e pelos, que de alguma forma protegem contra a ação de inimigos naturais (GALLO et al. 2002; PINTO et al. 2004). O período de incubação dos ovos é influenciado principalmente pelas condições de temperatura e umidade, mas em média em três dias as lagartas começam a eclodir (AFONSO-ROSA et al. 2010).

A lagarta-do-cartucho possui coloração que varia entre verde escuro até próximo ao preto e o período larval pode variar entre 15 a 25 dias, com 4 a 7 instares dependendo da temperatura; planta hospedeira; sexo e biótipos (OMOTO et al. 2013). Após a eclosão, a larva alimenta-se raspando o limbo foliar e, posteriormente, migra para o cartucho do milho, onde

ao se alimentar perfura as folhas jovens até completar todos os instares (VALICENTE; TUELLER, 2009).

As lagartas-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* também podem se alimentar de outras partes da planta como o colmo; a base da planta; o pedúnculo da espiga ou a espiga (CRUZ, 2008). As lagartas recém-eclodidas produzem um fio de seda, que com a ajuda dos ventos, auxilia a dispersão para as plantas vizinhas, fenômeno este conhecido por balonismo ou *silking*, quando apenas se deixam cair pelo fio (MOORE; HANKS, 2004). Os maiores danos e prejuízos ocorrem nos dois últimos instares, pois as lagartas apresentam um maior hábito de consumo de tecido vegetal (WAQUIL et al. 2007).

O estágio de pupa é subdividido em pré-pupa e pupa, nessa etapa o inseto não se alimenta e penetra no solo ou abriga-se em restos culturais, onde forma a câmara pupal e permanece até a emergência (GALLO et al. 2002). O inseto adulto possui uma envergadura de 35 mm; coloração cinza nas asas anteriores e brancas acinzentadas nas asas posteriores. O dimorfismo sexual pode ser identificado pela coloração mais escuras no primeiro par de asas do macho, já nas fêmeas a coloração é palha. O ciclo de vida do inseto adulto é em média, completado em 30 dias em condições controladas (GALLO et al. 2002). As mariposas iniciam as atividades ao pôr-do-sol e atingem o ápice entre duas e quatro horas mais tarde, quando ocorre o acasalamento (CRUZ, 2008).

Na cultura do milho, a larva de *S. frugiperda* tem preferência pelo cartucho (CRUZ; MONTEIRO, 2004). No cultivo de algodão, alimenta-se de folhas e botões florais, com preferência para as maçãs em formação (ALI et al. 1990, LUTTRELL; MINK 1999). Na sojicultura, alimentam-se das folhas e vagens em formação inicial (BARROS et al. 2010). Em condições favoráveis, a *S. frugiperda* aumenta significativamente sua população e reduz a produção final dos grãos da soja em 15 a 76% (CAMPOS; BOIÇA JÚNIOR, 2012; FIGUEIREDO; MARTINS-DIAS; CRUZ, 2006).

A principal forma de controle utilizado para *S. frugiperda*, na cultura do milho, é o químico que é iniciado logo quando detectado a sua presença na cultura. Devido a esse uso constante e dosagem excessiva, muitos dos inseticidas antes empregados com sucesso no controle deste inseto-praga reduziram a eficiência, ocasionando sérios problemas ao meio ambiente e à saúde humana, além de acelerar o processo de resistência de diversas pragas à molécula ou mesmo afetar a população de inimigos naturais (MORILLO; NOTZ, 2001; FIGUEIREDO et al. 2006). Outras formas alternativas de controle são utilizadas, tais como controle biológico, plantas com ação inseticida; plantas resistentes e indutores de resistência

(BLESSING et al. 2010; NASCIMENTO et al. 2017; TRINDADE et al. 2017; SIHLER ET et al. 2018).

2.3 Resistência de plantas a insetos

As plantas resistentes aos insetos são resultantes da soma de seus genes constitutivos, que expressam características fenotípicas físicas, morfológicas e/ou químicas (CAMPOS; BOIÇA JUNIOR; RIBEIRO, 2010). Elas possuem inúmeras vantagens, tais como, uma menor infestação ou danos em condições semelhantes, o que proporciona a redução das populações de insetos-praga; compatibilidade com a aplicação de outras táticas de manejo do inseto, incluindo o controle biológico; tem efeito cumulativo e persistente; não é poluente; não acarreta ônus ao sistema de produção e não exige conhecimentos específicos dos agricultores para sua utilização (BOIÇA JÚNIOR et al. 2014; LARA, 1991).

A resistência de plantas pode ser classificada como não-preferência, antibiose e tolerância (LARA, 2000; CRUZ; VENDRAMIM, 1998). A categoria não-preferência, ocorre quando determinado material vegetal é menos preferido pelo inseto em comparação a outro, em igualdade de condições para alimentação, oviposição ou abrigo. Essa categoria de resistência afeta diretamente o comportamento dos insetos devido as características morfológica (tricomas glandulares ou tectoras, dureza do tecido vegetal, disposição e espessura das estruturas e a presença de cera), física (coloração das estruturas) e química (presença de compostos secundários como taninos, saponinas, lignina entre outros) das plantas (BOIÇA JÚNIOR et al. 2013).

Pesquisas evidenciaram que a presença de tricomas em altas densidades nas plantas, podem estimular a oviposição de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) (TOSCANO; BOIÇA JÚNIOR; MARUYAMA, 2002) ou desfavorecer a alimentação de adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)(COSTA, 2013). Trabalhos conduzidos por Moraes et. al (2018) evidenciaram que genótipos de couve com maior concentração de cera epicuticular foram mais atacados por lagartas de *S. frugiperda*.

Viana e Potenza (2000) avaliando as categorias de antibiose e não-preferência para alimentação e oviposição nos genótipos de milho CMS 23, CMS 24, CMS 14C, BR 201 e Zapalote Chico, observaram que o genótipo CMS 14C prolongou o ciclo biológico e a redução do peso, evidenciando alta resistência na categoria antibiose, seguido pelos genótipos

CSM 24 e CM 23, que se destacaram em menor intensidade. Os genótipos Zapalote Chico e BR 201 foram os menos preferidos na categoria de não preferência para alimentação.

A resistência é do tipo antibiose quando a planta exerce um efeito deletério sobre a biologia do inseto podendo ocasionar mortalidade da fase imatura, menor crescimento e peso, deformações e aumento no ciclo de vida do inseto. Esses efeitos deletérios são causados principalmente por compostos orgânicos produzidos pelos vegetais. Tais substâncias são denominadas de metabólitos ou compostos secundários, os quais são muito importantes para as plantas por diminuírem os estresses ocasionados por agentes bióticos e abióticos (TAIZ; ZEIGER, 2009). Entre os metabólitos secundários com função de defesa das plantas a insetos fitófagos e encontrados em inúmeras espécies de plantas, estão os flavonóides, compostos fenólicos, alcaloides, aminoácidos não proteicos, saponinas, lectinas, proteínas inativadoras de ribossomos, quitinases, glucanases e inibidores de proteases (BOWLES, 1990).

E a categoria de resistência tolerância, refere-se à capacidade da planta em suportar o ataque do inseto-praga regenerando seus tecidos ou emitindo novos perfilhos, mas não ocasionará redução significativa de qualidade e quantidade na produção e não resultando em efeitos no comportamento ou biologia do inseto (SMITH, 2005; BOIÇA JUNIOR et al. 2013).

Entretanto, em algumas condições, certas plantas são minimamente danificadas, embora não sejam resistentes. Nessas condições denomina-se pseudoresistência e suas subdivisões: evasão hospedeira; escape e resistência induzida (CHRISPIM; RAMOS, 2007). Além disso, a resistência a insetos pode ser antagonista e, portanto, deve-se estudar a interação antes dessa metodologia ser difundida no campo (BOIÇA JÚNIOR et al. 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Entomologia e em casa de vegetação, pertencentes ao Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade da Universidade Estadual do Maranhão, Campus São Luís - MA.

3.1 Criação Massal de *S. frugiperda*

Para dar início à criação, lagartas de *S. frugiperda* foram coletadas em áreas de produção de milho no município de São Luís – MA, as quais foram mantidas e multiplicadas no Laboratório de Entomologia. As lagartas provenientes do campo foram individualizadas em tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) contendo dieta artificial (NALIM, 1991) e acondicionada em câmaras climatizadas do tipo B.O.D, com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

As lagartas permaneceram nos tubos de vidro com dieta artificial até a fase de pupa, sendo separadas por sexo e colocadas em gaiolas confeccionadas com tubos PVC (10 cm de diâmetro x 21 cm de altura), fechadas em suas extremidades por placas de Petri. Os tubos de PVC foram revestidos em seu interior com papel sulfite para facilitar a retirada das posturas, sendo ofertada ao adulto uma solução de mel a 10% a fim de mantê-los alimentados. As posturas foram acondicionadas em tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) vedadas com algodão, mantidas em câmara climatizada do tipo B.O.D até a eclosão das lagartas; posteriormente, duas lagartas foram inoculadas em tubos contendo a dieta, e assim reiniciando o ciclo.

3.2 Genótipos de Milho Convencional

Para os ensaios de resistência intrínseca, foram utilizados genótipos de milho convencionais indicadas para a região Nordeste e utilizadas por produtores do Estado do Maranhão como: AG1051, BRS 2022, BRS 4104, BRS 4103, BM 207 e BRS Caatingueiro. Para a obtenção das folhas utilizadas no bioensaio de antibiose, genótipos de milho foram semeados em vasos plásticos com capacidade de 5 litros, composto com terra preta e esterco bovino na proporção 3:1. Foram semeadas oito sementes por vasos, sendo o desbaste realizado 10 dias após a emergência, deixando-se apenas três plantas mais vigorosas por vaso, sendo a umidade mantida por rega de acordo com as necessidades hídricas da planta.

3.3 Antibiose de Genótipos de milho convencional a *S. frugiperda*

Neste ensaio experimental, folhas dos genótipos de milho com 40 dias após a semeadura foram coletadas de cada cultivar e conduzidas para o Laboratório de Entomologia, onde foram desinfetadas em solução de água e hipoclorito de sódio (0,5%) por 5 minutos, sendo em seguida lavadas em água corrente e colocadas para secar em papel toalha em temperatura ambiente. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos (genótipos) e 50 repetições por tratamento, sendo a parcela experimental composta por uma lagarta recém-eclodida.

As lagartas foram individualizadas em copos de 50 mL e alimentadas com folhas dos genótipos de milho mantidas em câmaras climatizadas com temperatura de 25 ± 10 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. A transferência das lagartas foi realizada com auxílio de um pincel de cerdas macias devidamente esterilizadas. O alimento foi ofertado *ad libitum* às lagartas até atingirem o estágio de pupa. Após 24 horas, as pupas formadas foram recolhidas, separadas por sexo pesadas em balança analítica e colocadas em gaiolas de tubos PVC (10 cm de diâmetro x 21 cm de altura) com interior revestido com folhas de papel sulfite para servir como substrato para as posturas, e as extremidades fechadas por placas de Petri. Os adultos emergidos na mesma data foram agrupados em casais, na proporção de 1:1, permanecendo nas gaiolas. As posturas eram recolhidas diariamente, identificadas e armazenadas em câmaras do tipo B.O.D, para posterior contagem dos ovos, evitando-se assim que ocorresse eclosão das lagartas dentro das gaiolas.

As avaliações dos aspectos biológicos foram iniciadas 24 horas após a instalação do experimento, sendo analisado: fase larval: (peso aos 7 e 14 dias, duração e viabilidade Larval); fase pupal (peso após 24 horas, duração e viabilidade pupal) e fase adulta (número de ovos/fêmea, número de ovos/postura/fêmea e longevidade dos adultos).

3.4 Não-Preferência para alimentação de *S. frugiperda* por genótipos de milho

Foram realizados nos experimentos de não-preferência alimentar testes com e sem chance de escolha. Para ambos, foram coletadas em casa de vegetação, folhas das variedades de milho com 45 dias de idade, e conduzidas para o laboratório, sendo em seguida lavadas em solução de água destilada e hipoclorito de sódio a 0,5% e, posterior preparação dos discos foliares de 2,5 cm de diâmetro, com auxílio de um vazador.

3.4.1 Teste com chance de escolha

Nos testes com chance de escolha, os discos foliares foram colocados em placa de Petri de 14 cm de diâmetro contendo papel filtro levemente umedecido com água destilada, os quais foram acondicionados de forma equidistantes entre si próximos à borda da placa, onde cada disco foliar representou um tratamento (genótipos). Em seguida, foram liberadas no centro da placa duas lagartas de primeiro ínstar de *S. frugiperda* por genótipo. Posteriormente, foi avaliado a preferência alimentar de lagartas de terceiro ínstar pelos genótipos de milho, e nesse teste, foi liberada uma lagarta de terceiro ínstar no centro das placas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos (genótipos) e dez repetições, onde cada repetição foi representada por uma placa.

Foram avaliadas a atratividade das lagartas de terceiro ínstar em relação aos diferentes genótipos a 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 720 e 1440 minutos após a liberação dos insetos e a 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 720, 1440, 1800, 2160 e 2880 minutos para as lagartas recém-eclodidas.

3.4.2 Teste sem chance de escolha

No teste de não preferência para alimentação sem chance de escolha, foi utilizado um disco foliar (genótipos) por placa de Petri de 9,0 cm de diâmetro, onde foram liberadas duas lagartas de primeiro ínstar em cada placa, enquanto para a avaliação de lagartas de terceiro ínstar, uma lagarta foi liberada por placa. Neste ensaio utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e vinte repetições, onde cada repetição foi representada por uma placa de Petri. A área foliar fornecida, o tempo de avaliação e a obtenção do consumo pelas lagartas foram semelhantes àquelas que foram realizadas no teste com chance de escolha.

Nos experimentos de não-preferência alimentar com e sem chance de escolha também foram avaliada a área foliar consumida, por meio de um sistema de análise foliar de Windias – WD32. Para isso, a sobra dos discos após a alimentação das lagartas foi conduzida ao medidor de área foliar e, pela diferença da área total do disco foliar e da sobra de alimentação obteve-se a área foliar consumida pelos insetos.

3.5 Análise Estatística

Os dados obtidos nos testes de não-preferência foram submetidos ao teste de normalidade. Não obtendo normalidade dos dados, estes foram comparados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Os dados biológicos e de consumo foram submetidos à

análise de variância (ANOVA) pelo teste F, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas foi utilizado o software Assistat versão 7.6 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Antibiose de Genótipos de milho convencional a *S. frugiperda*

Tanto aos 7 como aos 14 dias, verificaram-se diferença significativa entre os genótipos de milho estudados (Tabela 1). Na pesagem realizada aos 7 dias os genótipos AG1051 e BRS4103 proporcionaram o maior peso de lagartas de *S. frugiperda*, enquanto o menor peso foi observado no BRS 2022. No entanto, aos 14 dias, o genótipo AG1051 apresentou o menor peso diferindo significativamente do BRS 4103. Quanto à viabilidade larval não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados ($F_{5,294}=1,053$; $P > 0,05$) (Tabela 1).

A duração do período larval foi maior nas lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com os genótipos AG1051, BRS 4103, BRS Caatingueiro e BRS 2022, enquanto que a menor duração foi verificada no BM 207 (16,28 dias) (Tabela 1).

Tabela 1. Peso aos 7 e 14 dias, viabilidade e período larval ($X \pm EP$) de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho. São Luís (MA), 2018.

Tratamentos	Peso (mg)		Viabilidade (%) (n=50)	Período Larval (Dias)
	7 dias (n=50)	14 dias (n=50)		
AG1051	81,96 ± 5,40 a	203,96 ± 10,02 c	96,0 ± 2,80 a	18,50 ± 0,53 a (n=48)
BRS 4104	48,16 ± 3,47 b	310,21 ± 19,13 b	98,0 ± 2,00 a	17,20 ± 0,21 ab (n=49)
BM 207	37,96 ± 9,36 bc	284,41 ± 19,89 bc	90,0 ± 4,28 a	16,28 ± 0,39 b (n=45)
BRS 4103	79,64 ± 6,46 a	415,65 ± 14,40 a	82,0 ± 5,48 a	18,18 ± 0,37 a (n=41)
BRS Caatingueiro	42,14 ± 7,45 bc	307,80 ± 18,98 b	90,0 ± 4,28 a	18,20 ± 0,32 a (n=45)
BRS 2022	30,45 ± 2,70 c	344,95 ± 19,30 ab	92,0 ± 3,87 a	18,32 ± 0,39 a (n=46)
C.V. (%)	37,34	22,23	23,76	8,53

¹Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ²Dados transformados em \sqrt{x} . Valores entre parênteses expressam o número de repetições nos tratamentos.

O peso larval é um importante parâmetro biológico do inseto que deve ser analisado em teste de resistência de plantas, pois um inseto que apresente menor peso em relação a outro, poderá apresentar limitações durante o restante de seu ciclo biológico. Boiça Junior et al.(2015) avaliaram os efeitos de 10 genótipos de soja sobre os aspectos biológicos de *S. cosmioides* e constataram que genótipos PI 227687, PI 227682 e ‘IAC 100’ proporcionaram 100% de mortalidade larval e os menores pesos de lagartas, variando entre 37,65 a 85,56 mg.

O prolongamento do período larval observado no presente estudo pode estar relacionado a uma inadequação nutricional do substrato alimentar em consequência da provável presença de compostos químicos que confere resistência (SILVEIRA et. al. 1997) Esse tipo de resposta é desejável em programas de manejo integrado de pragas, pois o aumento da fase larval pode favorecer a ação de inimigos naturais, visto que a lagarta ficará exposta por maior período de tempo, além disso, completará menos gerações por ciclo fenológico do milho.

O genótipo AG1051 proporcionou o menor peso de pupa macho e fêmea diferindo significativamente do BRS 4103 que resultou em maior peso, os demais tratamentos tiveram pesos intermediários. No entanto, para viabilidade pupal ($F_{5,294}=1,054$; $P > 0,05$) e período pupal ($F_{5,242}=1,552$; $P > 0,05$) esta diferença não foi constatada (Tabela 2).

Tabela 2. Peso, viabilidade e período pupal de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho. São Luís (MA), 2018.

Tratamentos	Peso de Pupa		Viabilidade pupal (X ± EP)	Período Pupal (X ± EP)
	Macho (X ± EP)	Fêmea (X ± EP)		
AG1051	159,75 ± 4,78 c (n=26)	164,25 ± 6,64 c (n=22)	87,5 ± 4,82 a (n=48)	12,50 ± 0,16 a (n=42)
BRS 4104	187,18 ± 3,15 b (n=22)	178,49 ± 4,41 bc (n=27)	95,91 ± 2,85 a (n=49)	12,42 ± 0,13 a (n=47)
BM 207	182,07 ± 8,58 bc (n=25)	194,95 ± 7,60 ab (n=20)	86,66 ± 5,12 a (n=45)	12,28 ± 0,19 a (n=39)
BRS 4103	213,57 ± 5,90 a (n=27)	209,79 ± 10,24 a (n=14)	92,68 ± 4,11 a (n=41)	12,13 ± 0,20 a (n=38)
BRS Caatingueiro	184,04 ± 7,01 bc (n=24)	182,78 ± 7,02 abc (n=21)	91,11 ± 4,30 a (n=45)	12,05 ± 0,27 a (n=41)
BRS 2022	198,65 ± 5,42 ab (n=24)	199,76 ± 6,57 ab (n=22)	91,30 ± 4,20 a (n=46)	12,00 ± 0,19 a (n=41)
C.V. (%)	16,05	16,73	23,76	10,36

¹Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Valores entre parênteses expressam o número de repetições nos tratamentos.

O menor peso de pupas observada no AG1051, provavelmente ocorreu devido aos seus efeitos antialimentares observados na fase larval influenciando diretamente o peso de pupas dessa praga. O menor peso de pupas pode promover alterações na fecundidade do inseto resultando em mariposas pequenas e ovos inviáveis, sendo assim um fator positivo por possibilitar a redução desta praga e os danos à cultura, diminuindo também os custos de produção com agroquímicos (RODRIGUEZ; VENDRAMIM, 1996).

Com relação ao número de postura não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados ($F_{5,49} = 1,098$; $P > 0,05$) (Tabela 3). Para o parâmetro número de ovos/fêmea e ovos/postura/fêmea observou-se que os adultos oriundos de lagartas alimentadas pelos genótipos AG1051 e BM 207 apresentaram menor capacidade reprodutiva, em decorrência do menor número de ovos/fêmea e ovos/postura/ fêmea (Tabela 3). Estes mesmos genótipos proporcionaram menor longevidade de machos diferindo significativamente do BRS 4103. No entanto, a longevidade das fêmeas não foi afetada pelos diferentes genótipos ($F_{5,49}=1,098$; $P > 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Fecundidade e longevidade de adultos ($X \pm EP$) de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho. São Luís (MA), 2018.

Tratamentos	Postura	Ovos/fêmea	Ovos/postura/ fêmea	Longevidade dos adultos	
				Macho	Fêmea
AG 1051	5,40 ± 0,90 a	437,30 ± 136,55 b	57,72 ± 11,22 b	8,20 ± 0,62 a	9,00 ± 0,80 a
BRS 4104	8,56 ± 1,17 a	976,44 ± 149,47 a	129,06 ± 21,29 ab	9,33 ± 1,11 ab	11,00 ± 1,00 a
BM 207	8,88 ± 1,37 a	494,93 ± 140,25 b	63,09 ± 18,54 b	8,00 ± 0,91 b	11,67 ± 0,82 a
BRS 4103	8,00 ± 1,37 a	821,80 ± 220,19 a	109,47 ± 20,65 ab	11,67 ± 0,95 a	9,70 ± 0,40 a
BRS Caatingueiro	8,10 ± 0,75 a	651,77 ± 170,00 ab	73,30 ± 16,09 ab	10,20 ± 0,61ab	10,44 ± 0,72 a
BRS 2022	6,50 ± 0,96 a	891,87 ± 93,00 a	176,75 ± 45,96 a	9,25 ± 0,80 ab	9,37 ± 0,73 a
C.V. (%)	27,35	40,14	38,82	13,74	11,53

¹Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ²Dados transformados em \sqrt{x} .

As alterações na fecundidade como menor número de ovos/fêmea e ovos/postura/fêmea no presente estudo, caracteriza uma resistência do tipo antibiose, uma vez que, os insetos alimentaram-se normalmente dos genótipos de milho, e estes causaram um efeito adverso nos aspectos biológicos dos insetos, ocasionando a redução no número de ovos. Esse resultado corrobora com Boiça Júnior et al. (2014), que descreveram os efeitos adversos de

plantas resistentes a insetos sobre a biologia dos insetos e alterações na fecundidade de adultos.

Os resultados obtidos no teste de antibiose demonstram que o genótipo AG1051 foi o menos adequado para o desenvolvimento de *S. frugiperda*, o que pode ser explicado pela falta, excesso, deficiência de nutrientes essenciais ou a presença de compostos anti-nutricionais e/ou substâncias secundárias nesse genótipo. Os efeitos antibióticos, podem se expressar de forma moderada, aumentando a duração do período de desenvolvimento, reduzindo o peso e a longevidade do adulto (SMITH, 2005).

Enquanto que, o genótipo BRS 4103 proporcionou os maiores pesos de lagartas, pupas e número de ovos e ovos/postura. Este fato provavelmente deve-se a presença de compostos nutricionais em quantidades balanceadas, que favoreceram o desenvolvimento de *S. frugiperda*. De acordo com Panizzi e Parra (2009) os alimentos mais adequados ao desenvolvimento do inseto propiciam normalmente uma menor duração dos períodos ou fases de desenvolvimento e uma maior sobrevivência.

De uma forma geral a influência dos genótipos exercidas nas variáveis de desenvolvimento de *S. frugiperda* caracteriza um aspecto importante na seleção de materiais resistentes (SILVEIRA et al.1997; BOTTON et al. 1998; BOIÇA JÚNIOR et al. 2005).

4.2 Teste de Não-Preferência para alimentação de *S. frugiperda*

No teste de preferência alimentar com chance de escolha (Tabela 4), pode-se observar que não houve diferença significativa na atratividade de lagartas de primeiro instar de *S. frugiperda* pelos genótipos de milho em todos os intervalos de tempo avaliados. Esta diferença só foi constatada no teste sem chance de escolha nas avaliações realizadas 1440 e 1800 minutos após a liberação das lagartas. Nesses períodos de tempo, observou-se maior número de lagartas atraídas pelos genótipos BRS 2022, BRS 4103, AG 1051 e BRS Catingueiro, enquanto que o menor número de lagartas foi verificado nos genótipos BRS 4104 e BM 207.

A massa foliar consumida pelas lagartas no teste com chance de escolha apresentou diferença significativa entre os genótipos, constatando-se maior média de consumo no genótipo AG1051 e menor consumo no BRS 2022 (Tabela 4). No teste sem chance de escolha o genótipo BRS 4103 foi o mais consumido diferindo significativamente do BRS 2022.

Estudos conduzidos por Boiça Júnior et al. (2001) verificaram diferenças significativas apenas na variável consumo, em ensaio de resistência com genótipos de milho

ao ataque de *S. frugiperda* em condições de laboratório, sendo o genótipo AG8012 foi o mais consumido diferenciando significativamente dos genótipos C 909 e C 511.

No presente estudo o menor consumo foliar de lagartas de primeiro instar de *S. frugiperda* foi observado no genótipo BRS 2022, o que deve-se possivelmente à presença de fatores morfológicos (pilosidade, dureza, espessura, cerosidade, dimensões e disposição de estruturas vegetais), químicos (aleloquímicos) e físicos (cor), inerentes a planta, os quais conferem graus de resistência aos insetos (BOIÇA JUNIOR et al. 2014). Rostás (2001) constatou a presença de compostos em plantas de milho que atuam como estimulantes alimentares para *S. frugiperda*, entre eles, o ácido hidroxâmico Dimboa. Embora não a composição química dos genótipos, os maiores consumos observados nos genótipos AG 1051 e BRS 4103 indicam provavelmente a presença de compostos atraentes, que mesmo em pouca quantidade na planta estimulam a alimentação do inseto-praga.

Tabela 4. Número médio de lagartas recém-eclodidas de *Spodoptera frugiperda*, atraídas por genótipos de milho, em diferentes intervalos de tempo após a liberação e área foliar consumida (AFC), em teste com e sem chance de escolha. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: 70 ± 10%; fotofase: 14 h. São Luís, MA, 2018.

Genótipos	Tempo (minutos) ¹													AFC ^{2,3} (cm ³)
	3'	5'	10'	15'	30'	60'	120'	360'	720'	1440'	1800'	2160'	2880'	
Com Chance de Escolha														
BRS 2022	2,10 a	2,10 a	2,50 a	2,20 a	2,20 a	2,20 a	2,30 a	3,50a	2,40 a	1,90 a	1,60 a	2,10 a	2,80 a	0,838 a
BRS 4104	2,60 a	2,60 a	3,00 a	3,00 a	3,00 a	2,90 a	2,50 a	1,20 a	0,90 a	0,80 a	0,50 a	0,30 a	0,30 a	0,848 ab
BM 207	1,30 a	1,30 a	1,60 a	1,90 a	1,80 a	1,80 a	2,50 a	1,70 a	2,10 a	2,70 a	2,40 a	2,30a	2,40 a	0,871 ab
BRS 4103	1,70 a	1,70 a	1,90 a	1,40 a	2,10 a	2,30 a	2,00 a	2,00 a	1,90 a	2,10 a	2,30 a	1,90 a	1,80 a	0,895 ab
AG1051	2,10 a	2,10 a	2,20 a	2,50 a	2,70 a	2,60 a	2,60 a	4,20 a	4,40 a	5,20 a	5,20 a	4,30 a	3,70 a	1,013 b
BRS Caatingueiro	3,00 a	3,00 a	2,70 a	2,20 a	2,40 a	2,30 a	1,20 a	1,90 a	1,40 a	1,50 a	1,00 a	0,80 a	0,70 a	0,849 ab
C.V%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,83
Sem Chance de Escolha														
BRS 2022	2,20 a	2,30 a	2,20 a	2,30 a	2,30 a	2,40 a	2,40 a	1,90 a	1,80 a	2,20 b	2,50 b	2,30 a	2,40 a	0,813 a
BRS 4104	2,00 a	2,30 a	2,40 a	2,60 a	2,60 a	2,40 a	2,50 a	1,90 a	1,10 a	0,80 a	1,50 ab	1,60 a	2,30 a	0,840 ab
BM 207	2,90 a	2,80 a	2,40 a	2,50 a	2,60 a	2,50 a	2,40 a	2,30 a	1,90 a	2,00 ab	1,20 a	1,30 a	1,80 a	0,921 bc
BRS 4103	2,10 a	2,40 a	2,20 a	2,20 a	2,21 a	2,21 a	2,30 a	1,70 a	1,80 a	2,20 b	1,70 ab	1,20 a	1,20 a	0,949 c
AG1051	2,30 a	2,30 a	2,50 a	2,40 a	2,90 a	2,70 a	2,60 a	2,40 a	1,90 a	2,20 b	1,70 ab	1,20 a	1,20 a	0,830 ab
BRS Caatingueiro	2,00 a	2,60 a	2,70 a	2,40 a	2,60 a	2,80 a	2,50 a	2,40 a	2,00 a	2,30 b	1,50 ab	1,20 a	1,30 a	0,889 abc
C.V%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,28

¹Médias seguidas pela mesma letra (coluna) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5%; ²Médias seguidas pela mesma letra (coluna) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%; ³Para análise estatística os dados foram transformados em $\log(x+1)^{1/2}$

Nos testes com chance de escolha com lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda*, observou-se que 10 minutos após a liberação das lagartas, o genótipo BRS 4104 apresentou a maior atratividade de lagartas quando comparados com BRS 4103; o mesmo ocorreu no teste sem chance de escolha aos 60 minutos após a liberação das lagartas. Nos demais períodos de avaliação, o número de lagartas atraídas não diferiu significativamente entre os genótipos (Tabela 5).

Resultados semelhantes foram constatados por Moraes et al. (2018) que avaliaram a não-preferência alimentar em testes com e sem chance de genótipos de milhos não transgênicos a *S. frugiperda* em testes e observaram que não houve diferenças significativas entre os cultivares de milho em relação a atratividade e a porcentagem de injúria. Assim também por Campos (2010), em testes de resistência de amendoim a *S. frugiperda* de terceiro instar, em testes de preferência com e sem chance de escolha.

Em relação à área foliar consumida em ambos os testes de não-preferência alimentar, todos os genótipos foram igualmente preferidos para alimentação de *S. frugiperda* (Tabela 5). O que pode ter ocorrido devido ao hábito de desagregação das lagartas de *S. frugiperda* conforme o aumento de instares. Essa característica segundo Moraes et al. (2018) é descrita como territorialismo, o que resulta em um pequeno número de indivíduos por discos foliares e uma maior homogeneização entre as áreas foliares consumidas. Outro aspecto importante é o canibalismo, comum em algumas espécies de Lepidópteras nos instares finais, em baixa disponibilidade de alimentos ou alto número de indivíduos (PIERCE, 1995; RICHARDSON et al. 2010).

Vários fatores podem influenciar a manifestação da resistência em genótipos de uma planta, podendo os mesmos estarem inerentes ao inseto, à planta ou ao ambiente; e dentre os relacionados ao inseto, destaca-se o fator idade, uma vez que, uma planta pode manifestar sua resistência a uma determinada fase do inseto e não revelar essas características em outro (LARA, 1991). Sendo este fato evidenciado no presente estudo no genótipo BRS 2022 que apresentou menor preferência alimentar de lagartas de primeiro instar de *S. frugiperda*, sendo este fato não evidenciado nos testes com lagartas de terceiro instar da referida praga.

Tabela 5. Número médio de lagartas terceiro instar de *Spodoptera frugiperda*, atraídas por genótipos de milho, em diferentes intervalos de tempo após a liberação e área foliar consumida, em teste com e sem chance de escolha. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: 70 ± 10%; fotofase: 12 h. São Luís, MA, 2018.

Genótipos	Tempo (minutos) ¹										AFC ² (cm ³)
	3'	5'	10'	15'	30'	60'	120'	360'	720'	1440'	
Com Chance de Escolha											
BRS 2022	1,00 a	1,10 a	1,50 ab	1,00 a	1,40 a	1,30 a	1,40 a	1,00 a	0,50 a	0,60 a	1,432 a
BRS 4104	1,40 a	1,50 a	2,10 b	1,50 a	1,30 a	1,30 a	1,80 a	1,30 a	0,70 a	0,40 a	1,468 a
BM 207	1,30 a	1,30 a	1,50 ab	1,60 a	1,30 a	1,00 a	0,60 a	1,60 a	0,80 a	0,40 a	1,368 a
BRS 4103	1,20 a	1,10 a	0,60 a	0,80 a	1,30 a	0,80 a	1,10 a	0,70 a	0,30 a	0,60 a	1,384 a
AG1051	1,20 a	1,70 a	1,30 ab	2,30 a	1,80 a	1,40 a	0,90 a	1,20 a	0,60 a	0,50 a	1,365 a
BRS Caatingueiro	0,80 a	1,10 a	1,50 ab	1,50 a	1,20 a	0,80 a	1,00 a	1,30 a	0,50 a	0,50 a	1,474 a
C.V%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,37
Sem Chance de Escolha											
BRS 2022	0,90 a	0,90 a	0,90 a	1,00 a	1,20 a	1,40 ab	1,60 a	1,20 a	0,60 a	0,50 a	1,388 a
BRS 4104	0,90 a	0,80 a	1,10 a	1,20 a	1,60 a	1,70 b	1,50 a	1,50 a	1,00 a	0,70 a	1,470 a
BM 207	1,10 a	1,10 a	1,00 a	1,0 a	1,10 a	1,40 ab	1,60 a	0,90 a	0,50 a	0,70 a	1,385 a
BRS 4103	0,50 a	0,50 a	0,60 a	0,50 a	0,90 a	0,60 a	1,10 a	0,60 a	0,50 a	0,80 a	1,478 a
AG1051	0,80 a	1,10 a	1,00 a	1,00 a	1,10 a	1,50 ab	1,40 a	0,70 a	0,60 a	1,20 a	1,446 a
BRS Caatingueiro	0,60 a	0,80 a	0,70 a	0,70 a	1,00 a	1,10 ab	1,70 a	1,10 a	0,60 a	0,80 a	1,465 a
C.V%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,61

¹Médias seguidas pela mesma letra (coluna) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5%; ²Médias seguidas pela mesma letra (coluna) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%; ³Para análise estatística os dados foram transformados em $\log(x+1)^{1/2}$

5. CONCLUSÃO

- ✓ O genótipo AG1051 apresentou características de resistência na categoria antibiose a *S. frugiperda*, por ocasionar os menores pesos larvais e pupais, menor número de ovos/fêmea e ovos/postura/fêmea, e menor longevidade de machos de *S. frugiperda*.
- ✓ O genótipo BRS 2022 apresentou característica de resistência do tipo não-preferência alimentar para lagartas de primeiro instar de *S. frugiperda*.
- ✓ As variedades BRS 2022, BRS 4104, BM 207, BRS 4103, AG 1051 e BRS Caatingueiro não apresentam resistência do tipo não-preferência para alimentação a lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda*.

REFERÊNCIAS

AFONSO-ROSA, A.P.; TRECHA, C.O.; GARCIA, L.; ALVES, A.C.; MANSKE, E.; GONÇALVES, V.P. Seleção de linhagens de milho resistentes a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) para áreas de várzeas no Rio Grande do Sul. Trabalho apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, p.23, 2010, Natal. Resumo, 1 CD_ROM.

ALI, A.; LUTTRELL, R.G.; PITRE, H.N. Feeding sites and distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on cotton. **Environmental Entomology**, College Park, v. 19, n. 4, p.1060-1067, 1990.

ALVES, B.M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, C.B.M. et al. Divergência genética de milho transgênico em relação à produtividade de grãos e da qualidade nutricional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.5, p.884-891, 2015.

ARAÚJO, P.M.; NASS, L.L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.

BARROS, J.F.; CALADO, J.G. **A Cultura do milho**. Universidade de Évora. 2014. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2018.

BARROS, E.M., TORRES, J.B.; RUBERSON, J.R.; OLIVEIRA, M.D. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 137, p. 237-245, 2010.

BLESSING, L. T.; COLOM, O. A.; POPICH, S.; NESKE, A.; BARDÓN, A. Antifeedant and toxic effects of acetogenins from *Annona montana* on *Spodoptera frugiperda*. **Journal of Pest Science**, v. 83, n. 3, p. 307-310, 2010.

BOIÇA JÚNIOR, A.L.; MARTINELLI, S.; PEREIRA, M.F.A. Resistência de genótipos de milho ao ataque de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Ecosistema**, v. 26, n. 1, p. 86-90, 2001.

BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SANTOS, T.M.; TOLEDO, M.A. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em genótipos de milho. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 80, n. 2, p. 148-158, 2005.

BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SOUZA, B.H.S.; LOPES, G.L.; COSTA, E.N.; MORAES, R.F.O.; EDUARDO, W.I. In: BUSOLI, A.C.; ALENCAR, J.R.C.C.; FRAGA, D.F.; SOUZA, L.A.; SOUZA, B.H.S.; GRIGOLLI, J.F.J.(Eds.). **Tópicos em entomologia agrícola VI**. Jaboticabal - SP: Gráfica e Editora Multipress, 2013. p. 207-224.

BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SOUZA, B.H.S.; COSTA, E.N.; MORAES, R.F.O.; EDUARDO W.I.; RIBEIRO, Z.A. Resistência de plantas e produtos naturais e as implicações na interação inseto-planta. In: BUSOLI, A.C.; SOUZA, L.A.; ALENCAR, J.R.C.C.; FRAGA, D.F.; GRIGOLLI, J.F.J. **Tópicos em entomologia Agrícola – IV**. Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress, 2014. p. 291-308.

BOIÇA JUNOR, A.L.; SOUZA, B.H.S.de; RIBEIRO, Z.A.; EDUARDO, W.I.; NOGUEIRA, L. In: BUSOLI, A.C.; CASTILHO, R.C.; ANDRADE, D.J.; ROSSI, G.D.; VIANA, D.L.; FRAGA, D.F.; SOUZA, L.A.(Eds.). **Tópicos em entomologia agrícola XVIII**. 1ª ed. Jaboticabal, São Paulo: Gráfica e Editora Multipress, 2015. p. 165 - 167.

BOTTON, M.; CARBONARI, J.J.; GARCIA, M.S.; MARTINS, J.D.S. Preferência alimentar e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em arroz e capim-arroz. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 207-212, 1998.

BOWLES, D.J. Defense related proteins in higher plants. **Annual Review of Biochemistry**, Palo Alto, v.59, p.837-907, 1990.

BUSOLI, A.C.; CASTILHO, R.C.; ANDRADE, D.J.; ROSSI, G.D.; VIANA, D.L.; FRAGA, D.F.; SOUZA, L.A. **Tópicos em Entomologia Agrícola VIII** – Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel-ME, 2015, p. 303.

CAMPANHA, M.M.; CRUZ, J.C.; RESENDE, A.V.; COELHO, A.M.; KARAM, D.; SILVA, G.H.D.; PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, I.; MARRIEL, I.E.; GARCIA, J.C.; QUEIROZ, L.R.; PIMENTEL, M.A.G.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, P.A.; ALBUQUERQUE, P.E.P.D., COSTA, R.V.D., MENDES, S.M., QUEIROZ, V.A. Sistema de produção integrada de milho para Região Central de Minas Gerais. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, p.74, 2012.

CAMPOS, A.P.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; RIBEIRO, Z.A. Não-preferência para oviposição e alimentação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por cultivares de amendoim. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, n.2, p.251-258, 2010.

CAMPOS, A.P.; BOIÇA JÚNIOR, A.L. Lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) submetidas a diferentes concentrações de óleo de nim. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.2, p.137-144, 2012.

CAPINERA, J.L. **Handbook of vegetable pests**. San Diego: Academic Press, 2002. 2700 p.

CAPINERA, J.L. Encyclopedia of entomology. **Springer**, Dordrecht, The Netherlands. 2 ed., v. 1-4, p. 4346, 2008.

CELSO, O.; ODERLEI B.; ELOISA SALMERON; FARIAS, JULIANO RICARDO. **Manejo da resistência de *Spodoptera frugiperda* a inseticidas e plantas Bt**. ESALQ/USP, Piracicaba - SP - Junho – 2013.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da Agropecuária, Fevereiro 2018**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

COSTA, E.N. **Metodologias de pesquisa e tipos de resistência em genótipos de soja a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração: Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013. 78f.

CHRISPIM, T.P.; RAMOS, J. Resistência de plantas a insetos, **Revista Científica Eletrônica de Engenharia**, Garça, v. 10, n. 2, 2007.

CRUZ, I. **Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico**. Embrapa informação tecnológica, Brasília. p.192, 2008.

CRUZ; I.; VENDRAMIM, J. D. Tolerância como mecanismo de resistência de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica**, Brasil, v.27, n.1, 1998.

CRUZ, I.; VALICENTE, F.H.; VIANA, P.A.; MENDES, S.M., **Risco do Potencial das Pragas de Milho e Sorgo no Brasil**, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. p. 40.

CRUZ, I; MONTEIRO, M.A.R. **Controle biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogrammapretiosum***. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 2004. p. 4 (Comunicado Técnico 98).

CRUZ, J.C.; FILHO, I.A.P.; PIMENTEL, M.A.G.; COELHO, A.M.; KARAM D.; CRUZ, I.; GARCIA, J.C.; MOREIRA, J.A.A.; OLIVEIRA, M. F.; NETO, M.M.G.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; VIANA, P.A.; MENDES, S.M.; COSTA, R.V.; ALVARENGA, R.C.; MATRANGOLO, W.J.R. **Produção de milho na agricultura familiar**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 42 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 159).

DALVI, L.P.; ANDRADE, G.S.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; MELO, R.L. Compatibilidade de agentes biológicos para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Agrarian**, v. 4, p.9-83, 2011.

DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, v.30, p.311-316, 2001.

DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. Economia da Produção. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 6a ed. 2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/autores.htm>. Acesso em: 24 out. 2018.

EDUARDO, W.I.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; MORAES, R.F.O.; CHIORATO, A.F.; PERLATTI, B. ; FORIM, M.R. Antibiosis levels of common bean genotypes toward *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) and its correlation with flavonoids. **Journal of stored products research**, v. 67, p. 63-70, 2016.

FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. **Revista Científica**, Jaboticabal, v. 34, p.197-202, 2006.

FIGUEIREDO, M.L.C.; MARTINS-DIAS, A.M.P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta do cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1693-1698, 2006.

FRANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCHHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GRIGOLLI, J.F.J.; LOURENÇÃO, A.L.F. **Pragas do milho safrinha**. In: ROSCOE, R.; LOURENÇÃO, A.L.F.; GRIGOLLI, J.F.J.; MELOTTO, M.A.; PITOL, C.; MIRANDA, R.A.S.; BARROS, R.; MELO, E.P. (Eds.). Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno. Maracaju: Fundação MS. 2013. p.76- 77.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção de milho. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatistica/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=destaques>>. Acesso em 02 out. 2018.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336p.

LARA, F.M. Proteção de plantas: Preferência Alimentar de Adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) por Genótipos de Batata (*Solanum* spp.). **Anais da Sociedade Entomológica**. Brasil, v. 29, n. 1, p. 131-137, 2000.

LIMA JUNIOR, I.S.; DEGRANDE, P.E.; PONTES DE MELO, E.; BERTONCELLO, T. F.; SUEKANE, R. Infestação de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e seus inimigos naturais em milho nas condições de sequeiro e irrigado. **Revista Agrarian**, v. 5, p. 14-19, 2012.

LUTTRELL, R.G.; MINK, J.S. Damageto cotton fruiting structures by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuide). **Journal of Cotton Science**, v.3, p. 35-44, 1999.

MACHADO, A.T. Manejo dos recursos vegetais em comunidades agrícolas: enfoque sobre segurança alimentar e agrobiodiversidade. In: NASS, L.L.(Ed.). **Recursos Genéticos Vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 717-744.

MACHADO, A.T.; MACHADO, C.T.T. Management of genetic diversity of maize in agricultural communities in Brazil. In: BADEJO, M.A.; TOGUN, A.O.(Ed). **Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics**. Joplin: College Press & Publishers, 2004, p. 181-195.

MOORE R.G.; HANKS, L.M. Aerial dispersal and host plant selection by neonate *Thyridopteryx phemeraeformis* (Lepidoptera: Psychidae). **Ecological Entomology**, Oxford, v. 29, p. 327-335, 2004.

MORAES, R.F.O.; EDUARDO, W.I.; DUARTE, A.P.; BOIÇA JUNIOR, A.L. Resistência de cultivares de milho convencional a lagarta do cartucho. **Revista Agraria**, v.11, n.39, p. 22-31, 2018.

MORILLO, F.; NOTZ, A. Resistência de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambdaci-halotrina y metomil. **Entomotropica**, Maracay, v. 16, n. 2, p. 79-87, 2001.

NAGOSHI, R.N.; MEAGHER, R.L. Review of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) genetic complexity and migration. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 91, n. 4, p. 546-554, 2008.

NALIM, D.M. **Biologia, nutrição quantitativa e controle de qualidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais**. 1991. 150p. Dissertação de mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba, 1991.

NASCIMENTO, A.M.; ASSIS, F.A.; MORAES, J.C.; Souza, B.H.S. Silicon application promotes rice growth and negatively affects development of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Journal of Applied Entomology**, n. 142, p. 241–249, 2017.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. **Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas**. p. 127-145, 2001.

OLIVEIRA, S.M.; ALMEIDA, R.E. M.; MIGLIAVACCA, R.A.; FAVARIN, J.L. Revista Visão agrícola - Milho, Brasil amplia cultivo para atender demanda crescente. USP ESALQ, v13, ANO 9 JULIEZ 2015. Disponível em:

<<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA13-Milho.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2018.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; FARIAS, R.J. Manejo da resistência da *Spodoptera frugiperda* a inseticida e plantas Bt. **Revista IRAC-BR**, Piracicaba SP. p. 1 2, 2013.

PAES, M.C.D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica 75).

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. A bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. In:___ **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos, 2009. p. 1107-1140.

PATERNIANI, E. O valor dos recursos genético de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C.V.; DUARTE, W.F. **Uma história brasileira do milho – o valor de recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, p.11-41, 2000.

PAVÃO, A.R.; FILHO, J.B.S.F. Impactos Econômicos da Introdução do Milho Bt11 no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, vol. 49, n. 01, p. 81-108, 2011.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C.; COSTA, R.V. **A Cultura do milho verde**. Embrapa Informação Tecnológica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 61p.

PIERCE, N.E. Predatory and parasitic Lepidoptera: carnivores living on plants. **Journal of the Lepidopterists' Society**, n. 49, p. 412- 453, 1995.

PINTO, A.S.; PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo**. Ribeirão Preto: A.S. Pintos, 2004. 108p.

POGUE, G.M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Institute**, Florida, v. 43, p. 1- 202. 2002.

RICHARDSON, M.L., MITCHELL, R.F., REAGEL, P.F., HANKS, L.M. Causes and consequences of cannibalism in noncarnivorous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 55, p. 39–53, 2010.

RODRIGUEZ, H.C.; VENDRAMIM, J.D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas**, n.42, p.14-22, 1996.

ROSTÁS, M. The effects of 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one on two species of *Spodoptera* and the growth of *Setosphaeria turcica* in vitro. **Journal of Pest Science**, Heidelberg, v. 80, n. 1, p. 35-41. 2001.

SÁ, V.G.M.; FONSECA; B.V.C.; BOREGAS, K.G.B.; WAQUIL, J.M. Sobrevivência e Desenvolvimento Larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Hospedeiros Alternativos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 6, p.108-115, 2009.

SIDRA - **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. Produção de milho. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 set. 2018.

SIHLER, W.; SOUZA, M.L.; VALICENTE, F.H.; FALCÃO, R.; SANCHES, M.M. In vitro infectivity of *Spodoptera frugiperda* multiple núcleo polyhedron virus to different insect cell lines. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.53, n.1, p.1-9, 2018.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of. Agricultural Research**, v. 11, n.39, p. 3733-3740, 2016.

SILVEIRA, L.C.P.; VENDRAMIM, J.D.; ROSSETTO, C.J. Efeito de Genótipos de Milho no Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v.26, n.2, p.291-298, 1997.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª ed. São Paulo. Editora Artmed. 2017. p. 700 – 702.

TOSCANO, L.C.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; MURUYAMA, W.I. Nonpreference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, p.667-681, 2002.

TRINDADE, R.B.; FERNANDES, M.G.; OLIVEIRA, A.C.; MARTINS, P.H.A. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) em milho convencional e Bt. **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 2, 2017.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT AGRICULTURE. **Agricultural Projections**, 2017. Disponível em: <<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

VALICENTE, F.H.; TUELHER, E.S. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com baculovírus**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 14p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 114).

VIANA, P.A.; POTENZA, M.R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta do cartucho. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 27-33, 2000.

WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; CRUZ, I. **Pragas: manejo integrado de pragas (MIP)**. 3. Ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 17p.