

**ANTIBIOSE E ANTIXENOSE EM CULTIVARES DE
GIRASSOL A LAGARTA-DO-CARTUCHO**

Guilherme Gual
Eng. Agrônomo

URUTAÍ – GOIÁS

2020

GUILHERME GUAL

**ANTIBIOSE E ANTIXENOSE EM CULTIVARES DE GIRASSOL A
LAGARTA-DO-CARTUCHO**

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de MESTRE.

Urutaí – GO

Mai 2020

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Gual, Guilherme
GG899a Antibiose e Antixenose em cultivares de girassol
(*Helianthus annuus*) a Lagarta-do-cartucho
(*Spodoptera frugiperda*) / Guilherme Gual; orientador
Flávio Gonçalves de Jesus. -- Urutai, 2020.
50 p.

Dissertação (em Mestrado em Proteção de Plantas) --
Instituto Federal Goiano, Campus Urutai, 2020.

1. Girassol (*Helianthus annuus* L.). 2.
Resistência de plantas a insetos. 3. *Spodoptera*
frugiperda. 4. Manejo Integrado de Pragas . I.
Gonçalves de Jesus, Flávio , orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 01/08/2020

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

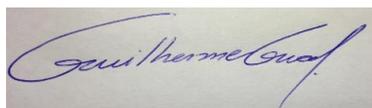
DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

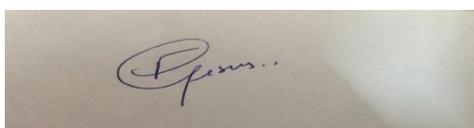
Goiânia,
Local

29/07/2020.
Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

FOLHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Título da dissertação: Antibiose e antixenose em cultivares de Girassol (*Helianthus annuus*) na lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*)

Orientador: Flávio Gonçalves de Jesus

Autor: Guilherme Gual

Dissertação de Mestrado **APROVADA** em **28** de **maio** de **2020**, como parte das exigências para obtenção do Título de **MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, pela Banca Examinadora especificada a seguir:

Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus - Orientador
Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí

Prof. Dr. Luciano Nogueira
UNESP - Jaboticabal/SP

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas
Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí

Documento assinado eletronicamente por:

- Marco Antonio Moreira de Freitas, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - CCPG-UR, em 01/06/2020 21:22:22.
- Luciano Nogueira, PROFESSOR AVALIADOR DE BANCA, em 30/05/2020 09:22:44.
- Flavio Goncalves de Jesus, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/05/2020 22:43:18.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/05/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 147157
Código de Autenticação: 27b1fd6b61



Dedico este trabalho, a minha família, por nunca deixarem de me amar e aconselhar, nos melhor e nos mais difíceis momentos de minha jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por seguir ouvindo minhas preces e atendendo aos meus pedidos.

Aos meus avós maternos Sumaia e Afonso Aloí pelo exemplo de vitalidade e alegria, aos avós paternos Aparecida e José Gual (*In memoriam*) que tanto contribuíram para minha alegria quando jovem.

Aos meus grandes amigos de faculdade Bruno, Germano, Paulo e Rodolfo pelos momentos de confraternização e companheirismo mesmo após a graduação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus, pela paciência, incentivo e cuidado ao conduzir a orientação deste trabalho.

Ao Instituto Federal Goiano e todos os seus colaboradores pela estrutura e amparo no decorrer do curso de pós-graduação.

A todos que de forma direta e indireta contribuíram para que este trabalho fosse executado e concluído, e acreditaram no fim desta jornada que abrirá novas oportunidades para todos.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	8
GENERAL ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO GERAL	10
2. OBJETIVOS	Erro! Indicador não definido.
3. CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 A cultura do girassol	11
3.2 <i>Spodoptera frugiperda</i>	12
3.4 Resistência de plantas a insetos	13
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
4. CAPÍTULO 2 – ANTIBIOSE À <i>S. frugiperda</i> EM GENÓTIPOS DE GIRASSOL..	18
RESUMO	18
ABSTRACT	19
4.1 INTRODUÇÃO	20
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	21
4.2.1 Material vegetal e Semeadura	21
4.2.2 Criação de <i>S. frugiperda</i>	22
4.2.3 Ensaio de Antibiose	22
4.2.4 Parâmetros Nutricionais	23
4.4.5 Análises Estatísticas	24
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.3.1 Aspectos biológicos	25
4.3.2 Aspectos nutricionais	28
4.4. CONCLUSÕES	32
4.5. REFERÊNCIAS	33
5. CAPÍTULO 3 – ANTIXENOSE DE <i>S. frugiperda</i> EM GENÓTIPOS DE GIRASSOL	39
RESUMO	39
ABSTRACT	40
5.1 INTRODUÇÃO	41
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	42
5.2.1 Criação de <i>S. frugiperda</i>	42
5.2.2 Material vegetativo	42
5.2.3 Teste de não preferência para alimentação com chance de escolha	43
5.2.4 Teste de não preferência para alimentação sem chance de escolha	43
5.2.5 Análises Estatísticas	43
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.3.1 Com chance de escolha	44
5.3.2 Sem chance de escolha	46
5.4 CONCLUSÕES	49
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

RESUMO GERAL

A cultura do girassol é uma alternativa importante na sucessão de outras culturas de grãos, como soja e milho, e na composição dos diferentes sistemas de produção. Com a expansão dessa oleaginosa, insetos em termos de incidência e danos, passaram a ocorrer em maior intensidade populacional como a *Spodoptera frugiperda*, causando danos econômicos. Entre os métodos de controle de pragas disponíveis, a resistência de plantas apresenta as vantagens de contribuir para a redução da população da praga e ser compatível com as demais táticas de controle do manejo integrado de pragas. Portanto, objetivou-se avaliar dentre 21 cultivares a identificação de cultivares de girassol (*Helianthus annuus*) para antibiose a lagarta *S. frugiperda* e avaliar a não preferência para alimentação em cultivares de girassol ao ataque desta praga, visando sua utilização como componente do manejo integrado do inseto na cultura do girassol. Para antibiose, os cultivares BRS 55 e BRS 72 se destacaram para antibiose em relação a seis parâmetros de ciclo. Com relação aos aspectos nutricionais, os cultivares com menor massa ingerida de alimento e com maior custo metabólico apresentam-se como as menos adequadas para alimentação das lagartas, em que se destacam as cultivares BRS 71, BRS 72 e SYN 045. O cultivar BRS 66 se destacou como a mais repelente com baixa média de número de lagartas sob alimentação neste cultivar. Desta forma estes cultivares apresentaram tipo resistência por antibiose e antixenose.

Palavras-chave: Girassol (*Helianthus annuus* L.), resistência de plantas a insetos, *Spodoptera frugiperda*, Manejo Integrado de Pragas

GENERAL ABSTRACT

Brazil is the second largest producer of oilseeds in the world behind the United States (USDA, 2015), with sunflower cultivation being an important alternative in succession with other grain crops, such as soybeans and corn, and in the composition of different systems of production. With the expansion of this oilseed, insects that had little expression, in terms of incidence and damage, started to occur in greater population intensity, becoming economically important, such as *Spodoptera frugiperda*. Among the available pest control methods, plant resistance has the advantages of contributing to the reduction of the pest population and being compatible with the other integrated pest management control tactics. One of the advantages of plant resistance to insects is its compatibility with other control methods. Antibiosis is characterized by harmful effects on the biology of the insect and tolerance is the ability of the plant to recover of damage caused by insects, through the production of new vegetative or reproductive structures. Antixenosis is observed when one plant is less frequented by the insect compared to other plants on equal terms. This type of resistance is characterized by the behavioral reaction of the insect in relation to the plant. Therefore, the objective was to evaluate, among 21 cultivars, the identification of sunflower cultivars (*Helianthus annuus*) resistant by antibiosis to the *S. frugiperda* caterpillar and to evaluate the non-preference for feeding on sunflower cultivars to attack this pest, aiming at its use as an integrated management component. of the insect in the sunflower crop. For antibiosis, the cultivars BRS 55 and BRS 72 were the ones that appeared in four of the six parameters evaluated as viability and period. With regard to nutritional aspects, cultivars with the lowest ingested mass of food and with the highest metabolic cost are the least suitable for feeding the caterpillars, in which the cultivars BRS 71, BRS 72 and SYN 045 stand out. While the BRS genotype 66 stood out as the most repellent with low average number of caterpillars under feeding in this cultivar. Thus, these cultivars showed some type of resistance by antibiosis and antixenosis.

Keywords: Sunflower (*Helianthus annuus* L.), plant resistance to insects, *Spodoptera frugiperda*, Attractiveness, insects

1. INTRODUÇÃO GERAL

O girassol (*Helianthus annus L.*) é uma espécie que tem apresentado no Brasil, expansão da área cultivada, principalmente na segunda safra (inverno). Esta cultura vem sendo utilizada para produção de óleo comestível, biodiesel, ornamentação, ração para animais, entres outras (SOUZA et al. 2015). Sendo a quarta cultura em produção de grãos e óleo no mundo (RAUF et al., 2017). No Brasil, os Estados do Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais são os principais produtores, com uma produção de 101,9, 24 e 8,5 mil toneladas na safra de 2017/18, respectivamente (CONAB, 2019).

O girassol em sua expansão nas áreas de cultivo, está presente na segunda safra em maior exposição as espécies polífagas provenientes dos cultivos anteriores de verão, se tornando alvo destas espécies como a lagarta *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).

A possibilidade de cultivo de grãos em várias épocas do ano na mesma área é uma das grandes vantagens do sistema tropical de produção, que otimiza a exploração da área. Contudo, traz consigo alguns inconvenientes como a polifagia de *S. frugiperda* e os danos promovidos nas culturas agrícolas por essa espécie, o que tem despertado interesse quanto ao seu comportamento em várias culturas agrícolas (BOTTON et al., 1998). Diversos autores destacam a importância desta praga em inúmeras culturas agrícolas, alguns relatam que *S. frugiperda* pode estar presente em mais de 100 espécies de plantas cultivadas, sendo importante em: soja (*Glycine max L.*), milho (*Zea mays*), algodão (*Gossypium hirsutum L.*), sorgo (*Sorghum bicolor L.*) e girassol (*Helianthus annus L.*). Mesmo plantas voluntárias e algumas espécies de plantas daninhas podem ser nicho para o estabelecimento da população desse inseto-praga (BARCELOS et al., 2013).

O estudo de cultivares de girassol resistente a *S. frugiperda*, mostra-se promissor. A resistência de planta a insetos - RPI mostra ser compatível com MIP, podendo ser adotada pelo produtor. A resistência é expressa por antixenose (não preferência), antibiose e tolerância (CAMPOS, 2003). As pesquisas em RPI com girassol são escassas e a maioria estão relacionadas a lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae).

3. CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura do girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) tem seu centro de origem no México, e sua domesticação ocorreu principalmente nesta região e no sudoeste dos Estados Unidos. Seu uso inicial foi na forma de sementes torradas, consumida principalmente pelos índios norte-americanos, por volta de 3.000 anos a.C. No Brasil, os primeiros cultivos comerciais ocorreram no Rio Grande do Sul, porém, não obtiveram sucesso pela falta de adaptação dos cultivares e competição com a área de soja (GAZZOLA et al., 2012). O girassol é pertencente a um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes. Poucas espécies são de ocorrência rara, outras, porém são elementos comuns da vegetação natural e algumas são tidas como plantas daninhas, desenvolvendo-se em áreas bastante alteradas pelo homem (UNGARO, 2006).

Trata-se de uma oleaginosa de ciclo anual, cultivada em todos os continentes devido à sua rusticidade, apresentando ampla capacidade de adaptação às diversas condições de latitude, longitude e fotoperíodo (EMBRAPA, 2000), considerando-se uma faixa entre 18°C e 24°C como a melhor para o desenvolvimento dessa cultura. Possui ampla utilização na agroindústria, em que suas hastes podem ser utilizadas na fabricação de material para isolamento acústico; as suas folhas juntamente com as hastes promovem a adubação verde, podendo a massa seca atingir de 3 a 5 toneladas por hectare; mel que pode ser produzido pelas abelhas a partir das flores; além da produção de óleo comestível e biodiesel pelas sementes ricas em óleo (47%) de excelente qualidade nutricional (GAZZOLA et al, 2012).

A planta apresenta raiz pivotante, caule ereto, geralmente não ramificado, com altura variando entre 1,0 e 2,5 m, e com cerca de 20 a 40 folhas por planta. Suas folhas são ovais, opostas, pecioladas, com nervuras visíveis e ásperas. Sua flor em forma de capítulo, onde se desenvolvem os grãos, denominados aquênios. Os aquênios têm forma oblonga, geralmente achatada, composto de pericarpo, mesocarpo e endocarpo de tamanho, cor e teor de óleo variável conforme as características de cada cultivar. As

amêndoas (aquênios) contêm baixo teor de fibras, entretanto são ricas em óleo e proteína. Já a casca contém baixa percentagem de óleo (0,4 a 1,7%) e proteína bruta (1,7 a 4,5%), com cerca de 50% de fibra (MELO, 2012). Além disso, o girassol apresenta vitaminas B1, B2, B3, B6, D e E, hidratos de carbono, proteínas, ácido fólico, iodo, cálcio, ácido para-aminobenzoico, biotina, magnésio, cobre, sódio, flúor, inositol, ácido pantotênico, inulina, ferro e fósforo (MARTINEZ, 2011).

Nos últimos anos, destaca-se como opção de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos, sendo alternativa para áreas exauridas e improdutivas (SALGADO et al., 2012). É uma cultura que fornece benefícios ao solo, porque seu sistema radicular agressivo possui a capacidade de realizar ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas do solo, sendo a porosidade do solo também melhorada (EMBRAPA, 2000).

3.2 *Spodoptera frugiperda*

O gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) abrange diversas espécies causadoras de danos em culturas de importância econômica, o que destaca sua notoriedade para a agricultura brasileira (CONSTANSKI et al., 2015). As espécies deste gênero são cosmopolitas, com grande ocorrência nas Américas. As larvas causam danos em diferentes estruturas das plantas atacadas, podendo ocorrer com severidade no milho, algodão, soja, amendoim, trigo, arroz, sorgo, batata, cebola, tomate, girassol e outros (SOUZA et al., 2013).

S. frugiperda é uma das espécies mais importantes desse gênero, caracterizando-se por ser um inseto polífono conhecido popularmente como lagarta-do-cartucho ou lagarta militar (CONSTANSKI et al., 2015). Tem seu centro de origem na América tropical, e no Brasil é considerada como uma das principais pragas da cultura do milho, conhecida por sua voracidade e rápida destruição da planta, podendo ocorrer em todos os estágios fenológicos da cultura, chegando a reduzir o rendimento de grãos da cultura em até 60% (RIBEIRO et al., 2016).

Na sua fase adulta, pode ser encontrada tanto no solo quanto em folhas. O que diferencia os machos das fêmeas é coloração do primeiro par de asas, que se apresenta mais escuro e com manchas nos machos, e parda com cor de palha nas fêmeas; e tais asas podem chegar a cerca de 3,5 cm de envergadura. O acasalamento ocorre predominantemente no período noturno e cada mariposa pode ovipositar mais de 2.000

ovos (ZENKER et al., 2007). Os ovos possuem coloração acinzentada, embora possa variar, e são protegidos por escamas deixadas pelas fêmeas. Os mesmos são colocados em camadas na superfície de folhas, e eclodem de três a quatro dias após a oviposição (CRUZ et al., 2008).

Após a eclosão, possui coloração marrom-escuro e caracteriza-se por se alimentar raspando a folha, característica típica desta espécie. Quando desenvolvida pode chegar a ter cerca de 50 mm de comprimento. Seu período larval varia de 12 a 30 dias, e a identificação visual pode ser feita através do “Y” invertido na cabeça, e pela presença das três linhas longitudinais na parte dorsal do corpo (CONCESCHI et al., 2011).

Para o seu controle, o uso de inseticidas químicos é amplamente utilizado, em especial os inseticidas sintéticos do grupo dos piretróides e organofosforados. Contudo, outros grupos químicos isolados ou em misturas como: benzoiluréia, espinosinas, oxadiazina, antranilamida, diamida do ácido ftálico e outros, e produtos biológicos como vírus (*Baculovirus spodoptera*) e bactéria (*Bacillus thuringiensis*) tem sido empregado no controle desta praga em diversas culturas agrícolas (AGROFIT, 2019). Porém, o uso indiscriminado e incorreto destes inseticidas tem levado o aumento do número de aplicações e diminuído sua eficiência, devido a seleção de populações de *S. frugiperda* resistente (ALMEIDA et al., 2017).

3.4 Resistência de plantas a insetos

Segundo Painter (1951), planta resistente é aquela que possui uma quantidade relativa de caracteres hereditários que influenciam o grau do dano causado pelo inseto. Uma das características de algumas variedades e híbridos de girassol é a resistência, ou menor suscetibilidade, a algumas doenças e pragas (VIEIRA et al., 2017).

A resistência de plantas tem sido valorizada por apresentar diversas vantagens. Entre essas vantagens, incluem-se o fato de não provocar desequilíbrio ambiental, intoxicação dos operadores, não deixar resíduos nos alimentos, além de ter baixo custo, ação contínua sobre os insetos e compatibilidade com outros métodos de controle (VENDRAMIM; GUZZO, 2009).

As plantas podem apresentar três tipos de resistência: não-preferência - que é resultante do efeito adverso da planta sobre o comportamento do inseto, influenciando os processos de alimentação, oviposição e abrigo; antibiose - que é o efeito negativo sobre a biologia do inseto, resultando em redução de características como vigor, crescimento,

reprodução e sobrevivência, isolada ou conjuntamente; e tolerância - quando a planta apresenta capacidade para crescer e produzir sem perdas significativas, apesar de atacada por uma população de insetos aproximadamente igual à que prejudica a produção de plantas suscetíveis. Para substituição ao termo de não-preferência, propôs a denominação antixenose, considerando tanto a influência dos metabólitos secundários das plantas que atuam nas respostas dos insetos na seleção de hospedeiros, como as defesas morfológicas (VIEIRA et al., 2017).

As plantas possuem grande diversidade de metabólitos secundários, sendo que esses metabólitos podem apresentar diversos mecanismos de defesa contra herbívoros, tais como rompimento de membrana, inibição de transporte ou sinal de transdução, alterações metabólicas e até rompimento do controle hormonal de processos de desenvolvimento (CAMPOS, 2003). Os tricomas glandulares presentes nas folhas do girassol são componentes eficazes na resistência da planta a insetos, sendo que a presença de metabólitos secundários como diterpenos e lactonas sesquiterpênicas nessa estrutura pode causar atraso no desenvolvimento de insetos, maior período pupal, menor peso de pupas e menor taxa de sobrevivência (ALCHIO et al., 2013).

Para adotar a resistência varietal como método de controle é necessário conhecer as características fenológicas da planta, o comportamento e a biologia do inseto, bem como sua relação com o hospedeiro. Portanto, estes fatores são indispensáveis em relação à resposta do hospedeiro ao ataque da praga, determinando sua resistência ou suscetibilidade às injúrias por esta provocada (CAMPOS, 2003).

Poucos são os trabalhos envolvendo o estudo de RPI na cultura do girassol. A maioria destes trabalhos envolve a lagarta *H. armigera* e até o presente momento não se têm relato da seleção de genótipos de girassol resistente a *S. frugiperda*. Larvas de *H. armigera* alimentadas no genótipo de girassol CF101 apresentaram menor área folia consumida, menor sobrevivência até a fase pupal, menor taxa de fertilidade e apresentaram menor taxa de crescimento populacional (BORTOLI et al., 2017).

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKIO, M.; SCHUBERT, A.; DIEPENBROCK, W.; GRIMM, E. Effect of source sink ratio on seed set and filling in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.26, n.10, p.1609-1619, 2013.

ALMEIDA, W. A.; SILVA, I. H. L.; SANTOS, A. C. V.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SOUSA, A. H. Potentiation of Copaíba oil-resin with synthetic insecticides to control of Fall Armyworm. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 1059-1066, 2017.

BAPTISTA, A.P.M.; CARVALHO, G.A.; CARVALHO, S.M.; CARVALHO, C.F.; BUENO FILHO, J.S. de S. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados em citros para *Aphis melifera*. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.39, n.4, p.955-961, 2009.

BUENO, A. de F.; CASTRO, C. de. O manejo integrado de pragas na cultura do girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 20., SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 8., 2014, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2014. p.55-64.

BUILDING, B.M.; ARHABHATA, S. Status of insecticide resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). **Journal of Central European Agriculture**, Zagreb, v.8, n.2, p.171-182, 2007.

CAMPOS, O. R. **Resistência de genótipos de algodoeiro a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003, 79 p.

CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. **Ecofisiologia do girassol**. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 164-218.

CONCESCHI, M. R.; ANSANTE, T. F.; MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D.; SOSSAI, V. L. M.; PIZETTA, L. C.; CORBANI, R. Z. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica* e de *Trichilia pallida* sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepdoptera: Noctuidae) em milho. **Bioassay**, v. 6, n. 1, p. 1-6, 2011.

CONSTANSKI, K. C.; ZORZETTI, J.; VILAS BOAS, G. T.; RICIETO, A. P. S.; FAZION, F. A. P.; VILAS BOAS, L.; MONNERAT, R. G.; NEVES, P. M. O. J. Seleção e caracterização molecular de isolados de *Bacillus thuringiensis* para o controle de *Spodoptera* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 8, p. 730-733, 2015.

CRUZ, I. **Manual de identificação de pragas do milho e seus principais agentes de controle biológico**. 1. Ed. Brasília: EMBRAPA, 2008, 192 p.

GAZZOLA, A.; FERREIRA, J. R.; C. T.G.; CUNHA, D. A.; BORTOLINI, E.; PAIAO, G. D.; PRIMIANO, I. V.; PESTANA, J.; D'ANDRÉA, M. S. C.; OLIVEIRA, M. S. A **cultura do girassol**. Piacicaba: FEALQ, 2012. 69 p.

MELO, Y. L. **Desempenho agrônomo e caracterização de genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) quanto a marcadores fenológicos, fisiológicos e bioquímicos em duas microrregiões edafoclimáticas do Rio Grande do Norte**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 97p., 2012.

MARTINEZ, M. S. Soil water balance: Comparing two simulation models of different levels of complexity with lysimeter observations. **Agricultural Water Management**, v. 139, p. 53-63, 2011.

MOSCARDI F, SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORSO, I. C. **Invertebrados associados ao girassol e seu manejo**. In: GIRASSOL NO BRASIL (Ed), Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 471-500.

PAINTER, R.T. L. **The mechanisms of resistance**. University Press of Kansas. 1951. p. 23-83.

PINTO, J. H. E.; FONTANA, A. Canola e Girassol na alimentação animal. In: Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal, **Anais...** Campinas. 2001, p.109-134.

RIBEIRO, L. P; ANSANTEM T. F.; VENDRAMIM, J. D. Efeito do extrato etanólico de sementes de *Annona mucosa* no desenvolvimento e comportamento alimentar de *Spodoptera frugiperda*. **Bragantia**, v. 75, n. 3, p. 1-10, 2016.

SALGADO, P.R.; DRAGO, S.R.; MOLINA ORTIZ, S.E.; PETRUCCELLI, S.; ANDRICH, O.; GONZÁLEZ, R.J.; MAURI, A.N. Production and characterization of sunflower (*Helianthus annuus* L.) protein- enriched products obtained at pilot plant scale. *Journal LWT – Food Science and Technology*, v.45, p. 65-72, 2012.

SOUZA, B. H. S.; BOTTEGA, D. B.; SILVA, A. G.; BOIÇA JUNIOR, A. G. Feeding non-preference by *Spodoptera frugiperda* and *Spodoptera erirtania* on tomato genotypes. *Revista Ceres*, v. 60, n. 1, p. 21-29, 2013.

UNGARO, M.R. G. **O girassol no Brasil**. Centro de plantas Graníferas, Instituto Agrônômico (IAC), Campinas, SP, 2006.

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. **Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos**. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). Bioecologia e nutrição dos insetos: bases para o manejo integrado de pragas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 1055-1105.

VENDRAMIM, J. D.; NISHIKAWA, M. A. N. **Melhoramento para resistência a insetos**. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARESINGLIS, M. C. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento-plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 737-781.

VIEIRA, M. L.; CEZÁRIO, A. S.; OLIVEIRA, A. C.; PAULA, L. C.; VALENTE, T. N. P.; SANTOS, W. B. R.; RIBEIRO, J. C.; BIANCHINI, E. M. Manejo e adaptação do girassol em solos do Cerrado. *Colloquium Agrariae*, v. 13, n. Especial, 2017, p. 289-300.

ZENKER, M. M.; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. Estágios imaturos de *Spodoptera cosmonoides* (Walker) (Lepdoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n. 1, p. 99-107, 2007.

4. CAPÍTULO 2 – ANTIBIOSE de *S. frugiperda* EM GENÓTIPOS DE GIRASSOL

RESUMO

Objetivou-se identificar cultivares como fonte de resistência por antibiose a *S. frugiperda*. Foram avaliados os aspectos biológicos período e viabilidade nas fases larval, pré-pupal, pupal e do ciclo total, peso larval, longevidade do adulto ao fim do ciclo e razão sexual de *S. frugiperda*. E, os parâmetros nutricionais taxa de crescimento relativo (RGR); taxa de consumo relativo (RCR), digestibilidade aproximada (AD), eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI), eficiência de conversão do alimento digerido (ECD) e custo metabólico (CM) para lagartas de *S. frugiperda*. Dentre os cultivares avaliados de período e viabilidade, os cultivares BRS 55 e BRS 72 foram os que aparecerem em quatro dos seis parâmetros avaliados como viabilidade e período. Os cultivares BRS 71, BRS 72 e SYN 045 se destacaram por apresentar menor massa ingerida de alimento e maior custo metabólico, consideradas como as menos adequadas para alimentação das lagartas. Desta forma, conclui-se que estes cultivares apresentem características de resistência e podem ser utilizados como possíveis doadores de genes.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., resistência de plantas a insetos, *Spodoptera frugiperda*, Manejo Integrado de Pragas.

ABSTRACT

The objective was to identify cultivars as a source of antibiotic resistance in *S. frugiperda*, biological aspects and viability were affected in the larval, pre-pupal, pupal and total cycle phases, larval weight, adult longevity and end of cycle and sex ratio *S. frugiperda*. And, the nutritional indexes of relative growth (RGR); relative consumption rate (RCR), approximate digestibility (AD), conversion efficiency of ingested food (ECI), conversion efficiency of digested food (ECD) and metabolic cost (CM) for *S. frugiperda* caterpillars. Among the factors of reduction of period and viability, the values of cultivar BRS 55 and BRS 72 were displayed in four of the six parameters evaluated as viability and period. The cultivars BRS 71, BRS 72 and SYN 045 stand out for having less mass of food and higher metabolic cost, being used as less used for feeding caterpillars. Thus, it is concluded that these crops have characteristics of resistance and can be used as possible genes of genes.

Keywords: Sunflower (*Helianthus annuus* L.), plant resistance to insects, *Spodoptera frugiperda*, Attractiveness.

4.1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa de ciclo anual cultivada em todos os continentes devido à sua rusticidade com ampla capacidade de adaptação às diversas condições edafoclimáticas (PINTO; FONTANA, 2011). O aproveitamento do girassol é realizado de diversas formas, e seus grãos podem ser utilizados na alimentação humana e animal, fabricação de biodiesel, adubação verde, entre outros (POLETINE et al., 2013). A cultura é conduzida, principalmente, durante a entressafra de grandes culturas como a soja ou milho, sofrendo grande impacto pelas pragas remanescentes desses cultivos (PINTO; FONTANA, 2011).

S. frugiperda é considerada uma praga amplamente distribuída, em todas as regiões produtoras, em culturas de interesse econômico, tanto no cultivo de verão quanto na segunda safra, sendo a principal praga da cultura do milho (NAGOSHI et al., 2007). Por isso, seu controle é dificultado, visto que há migração das pragas que usualmente estão presentes em culturas anteriores, como o milho e soja, para a cultura do girassol (FIGUEREDO et al., 2006).

Segundo Senô et al. (2009), planta resistente é aquela que devido à sua constituição genotípica é menos danificada que uma outra, em condições iguais. Dentre os métodos de controle utilizados, o uso de cultivares resistentes é muito promissor em programas de Manejo Integrado de Pragas. E uma das vantagens da resistência de plantas a insetos é a sua compatibilidade com outros métodos de controle (BOIÇA-JÚNIOR et al., 2013a) A antibiose é caracterizada por efeitos prejudiciais na biologia do inseto e a tolerância é a capacidade da planta de se recuperar de danos causados por insetos, através da produção de novas estruturas vegetativas ou reprodutivas (SEIFI et al., 2013; PAIVA et al., 2018).

Na interação inseto-planta, a planta não se constitui em uma entidade passiva, mas se comporta como um organismo ativo e, certos mecanismos interferem na sua utilização pelos insetos. Tais mecanismos ou causas de resistência são normalmente divididos em três grupos: físicos, morfológicos e químicos (VENDRAMIM; GUZZO, 2009). As causas químicas incluem as substâncias químicas que atuam no comportamento ou metabolismo do inseto e por impropriedades nutricionais na planta. O efeito no metabolismo é resultante da ingestão pelo inseto de compostos ou substâncias (metabólitos tóxicos,

inibidores enzimáticos e reprodutivos) que podem afetar a biologia, o desenvolvimento e a reprodução do inseto, resultando na resistência por antibiose (VENDRAMIM; NISHIKAWA, 2001).

A antibiose é caracterizada por efeitos adversos da alimentação sobre a biologia do inseto. Alguns parâmetros como duração e mortalidade ainda na fase imatura (lagarta e pupa), redução da fecundidade, alteração da proporção sexual e redução na longevidade podem ser avaliados na busca por esse tipo de resistência (GALLO et al., 2002).

Com base nisto, o presente trabalho tem o objetivo de discriminar genótipos de girassol resistentes a *S. frugiperda*, do tipo antibiose, determinando-se graus e tipos de resistência, visando sua utilização como componente do Manejo Integrado do inseto na cultura do girassol.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia Agrícola do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí – GO. Em condições controladas de temperatura ($25^{\circ}\text{C} \pm 3$, fotoperíodo 12 h e umidade $70\% \pm 10$).

4.2.1 Material vegetal e Semeadura

Os cultivares de girassol avaliados foram selecionados entre materiais que estão em fase de teste para lançamento comercial (Tabela 1).

Tabela 1 Relação das 21 cultivares de girassol utilizadas no presente trabalho. Urutaí - GO, 2020.

Cultivares	Empresa	Cultivares	Empresa
BRS 46	Embrapa	BRS 67	Embrapa
BRS 53	Embrapa	BRS 68	Embrapa
BRS 54	Embrapa	BRS 69	Embrapa
BRS 55	Embrapa	BRS 70	Embrapa
BRS 56	Embrapa	BRS 71	Embrapa
BRS 57	Embrapa	BRS 72	Embrapa
BRS 62	Embrapa	BRS 323	Embrapa
BRS 63	Embrapa	Aguara 06	Atlântica sementes
BRS 64	Embrapa	Hélio 251	Heliagro
BRS 65	Embrapa	SYN 045	Syngenta
BRS 66	Embrapa		

Cinco sementes de cada cultivar foram semeadas em vasos (5 litros) contendo terra, areia e matéria orgânica (3: 1: 1), alocados em casa de vegetação em condições natural de luz e temperatura e as plantas irrigadas diariamente. Com 30 dias após a

emergência realizou-se o desbaste deixando duas plantas por vaso. As plantas foram adubadas de acordo com a recomendação para cultura com a fórmula 10-09-10, equivalente a 500kg.ha⁻¹ (SOUSA e LOBATO, 2004) e as plantas não receberam aplicação de inseticida.

4.2.2 Criação de *S. frugiperda*

Uma criação de *S. frugiperda* foi mantida em dieta artificial preparada à base de feijão, levedura de cerveja, germe de trigo e caseína conforme a metodologia de Greene, Leppla e Dickerson (1976).

Casais de mariposas foram mantidos em gaiolas de tubos de policloreto de vinila (PVC), com 10 cm de diâmetro e 21,5 cm de altura. Essas gaiolas foram revestidas internamente com folhas de papel sulfite para propiciar a oviposição e, na parte superior, cobertas com “voiale”. Chumaços de algodão, embebidos com solução de mel a 10%, foram mantidos sobre as gaiolas para alimentação das mariposas. Estes chumaços foram trocados a cada dois dias. As folhas de sulfite, contendo as posturas, foram retiradas diariamente, individualizadas através de recorte com tesoura e acondicionadas em recipientes plásticos de 100 mL contendo 5 g de dieta artificial. Esses recipientes foram tampados e mantidos em sala 26 climatizada descrita anteriormente. Ao atingirem o 3º instar, as lagartas foram individualizadas em potes plásticos até a fase de pupa, dando início à nova criação.

4.2.3 Ensaios de Antibiose

Para antibiose foram avaliados os seguintes parâmetros biológicos: a) fase larval; duração e viabilidade do estágio larval e peso de lagartas aos dez dias de idade; b) fase de pré-pupa: duração e viabilidade; c) fase de pupa: duração, peso com 24 horas de idade e viabilidade; d) ciclo total: duração e viabilidade; e) fase de adulto: longevidade, sendo realizadas as avaliações diariamente. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 21 tratamentos (genótipos) e 30 repetições. As lagartas de primeiro instar foram individualizadas em recipientes plásticos fechados. Utilizou-se seções de folhas, de cada genótipo de girassol para alimentação das larvas de *S. frugiperda*. As folhas foram substituídas a cada dois dias, até o final da fase larval.

4.2.4 Parâmetros Nutricionais

Para a realização desse experimento, lagartas de *S. frugiperda* foram mantidas em dieta artificial, descrita anteriormente, até o 3º instar larval. Ao atingir o 3º ínstar, 10 insetos foram pesados para obtenção do peso inicial e posteriormente individualizados em placas de petri e mantidos em sala climatizada (temperatura $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa $60\pm 10\%$ e fotofase 14 horas) nos respectivos tratamentos.

O alimento fornecido foi pesado diariamente em balança analítica com precisão de 0,0001g e o remanescente removido e armazenado. As fezes produzidas também foram removidas e armazenadas. Após 5 dias, as lagartas foram pesadas, mortas por congelamento e posteriormente secas em estufa, assim como o alimento remanescente, mantidas a 70°C por 48h, até atingir peso constante indicando a completa desidratação, e as fezes foram mantidas em temperatura ambiente e pesadas após 15 dias.

As variáveis avaliadas foram: peso inicial de lagarta de 3º ínstar (g), peso final das lagartas (g), peso do alimento fornecido (g), peso de fezes (g) e tempo de alimentação (dias). Uma alíquota de cinco lagartas teve seu peso fresco e seco anotados para obtenção do fator de correção para o peso seco inicial, que foi calculado através da média do peso seco dividido pela média do peso fresco e o valor obtido foi multiplicado em todos os pesos frescos iniciais das lagartas utilizadas no ensaio (PARRA, 1991). O mesmo procedimento foi utilizado para obter o fator de correção do peso seco do alimento fornecido em função da perda de água. Todos os valores de peso obtidos foram transformados em peso seco para realização das análises.

Para determinação dos índices de nutrição quantitativa da fase larval, adotou-se a metodologia proposta por Waldbauer (1968) e modificada por Scriber e Slansky Junior (1981). Para o cálculo desses índices, foram utilizados os seguintes parâmetros: T: duração do período de alimentação (dias); Af: peso do alimento fornecido ao inseto (g); Ar: peso da sobra do alimento fornecido ao inseto (g), após T; F: peso das fezes produzidas (g) durante T; B: ganho de peso pelas lagartas (g) durante T; \bar{B} : peso médio das lagartas (g) durante T; I: peso do alimento ingerido (g) durante T; I - F: alimento assimilado (g) durante T; $M = (I - F) - B$: alimento metabolizado durante o período de alimentação.

Foram determinados os índices de consumo e utilização de alimento, de acordo com as seguintes fórmulas: Taxa de consumo relativo ($\text{RCR} = I / \bar{B} \times T$), taxa metabólica relativa ($\text{RMR} = M / \bar{B} \times T$), taxa de crescimento relativo ($\text{RGR} = B / \bar{B} \times T$),

digestibilidade aproximada ($AD = ((I - F) / I) \times 100$), eficiência de conversão do alimento ingerido ($ECI = (B / I) \times 100$), eficiência de conversão do alimento digerido ($ECD = (B / (I - F)) \times 100$), custo metabólico ($CM = 100 - ECD$), e índice de consumo ($IC = I / \bar{B}$).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 21 tratamentos e 30 repetições, sendo cada lagarta considerada uma repetição.

4.4.5 Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). A normalidade residual e a homoscedasticidade foram verificadas aplicando os testes Shapiro-Wilk e Bartlett. As médias do cultivar foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). A análise estatística foi processada usando o software R, version 3.6.0 (R Core Team, 2019). Foi realizada a análise de variáveis canônicas (CVA) (R Core Team, 2017 – Pacote Candisc), para determinar o grau de resistência dos genótipos e análise de agrupamento (Hierarchical Cluster Analysis – UPGMA) baseado na distância de Mahalanobis (R Core Team, 2017 – Pacote biotools).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Aspectos biológicos

Verificou-se que os genótipos de girassol influenciaram os parâmetros biológicos de *S. frugiperda* na fase larval influenciou na viabilidade, nas fases pre-pupal e pupal no período e viabilidade (Tabela 2).

Tabela 2. Duração dos períodos (\pm EPM) larval, pré pupal e pupal (dias) e viabilidade (%) de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de cultivares de girassol. Urutaí (GO), 2020.

Cultivares	Fase larval		Fase Pré-Pupal		Fase Pupal	
	Período	Viabilidade	Período	Viabilidade	Período	Viabilidade
BRS 46	24,07 \pm 0,44	90,00 \pm 4,63 a	2,07 \pm 0,15 a	90,00 \pm 3,33 a	10,38 \pm 0,34 b	43,33 \pm 9,26 b
BRS 53	23,37 \pm 0,73	90,66 \pm 7,85 a	1,72 \pm 0,13 b	96,66 \pm 6,92 a	10,86 \pm 0,45 a	50,00 \pm 9,10 b
BRS 54	24,25 \pm 0,26	93,33 \pm 3,33 a	2,03 \pm 0,16 a	93,33 \pm 6,31 a	10,68 \pm 0,33 a	63,33 \pm 8,95 a
BRS 55	23,60 \pm 0,56	76,66 \pm 3,33 b	2,04 \pm 0,15 a	76,66 \pm 3,33 b	10,36 \pm 0,38 b	33,33 \pm 8,51 b
BRS 56	22,86 \pm 0,42	96,66 \pm 6,92 a	2,00 \pm 0,12 a	96,66 \pm 7,85 a	10,20 \pm 0,51 b	50,00 \pm 9,26 b
BRS 57	21,47 \pm 0,41	76,66 \pm 3,33 b	1,73 \pm 0,13 b	76,66 \pm 4,63 b	11,33 \pm 0,40 a	40,00 \pm 6,92 b
BRS 62	20,76 \pm 0,53	86,66 \pm 7,85 b	1,44 \pm 0,15 b	83,33 \pm 3,33 b	10,19 \pm 0,39 b	70,00 \pm 9,26 a
BRS 63	21,13 \pm 0,51	76,66 \pm 5,57 b	1,45 \pm 0,15 b	73,33 \pm 5,57 b	10,28 \pm 0,59 b	46,66 \pm 9,28 b
BRS 64	21,75 \pm 0,39	96,66 \pm 0,00 a	1,65 \pm 0,17 b	96,66 \pm 7,43 a	9,33 \pm 0,39 c	70,00 \pm 9,26 a
BRS 65	24,59 \pm 0,38	90,00 \pm 7,85 a	1,70 \pm 0,14 b	90,00 \pm 4,63 a	8,44 \pm 0,35 c	83,33 \pm 5,57 a
BRS 66	21,14 \pm 0,51	90,00 \pm 6,31 a	1,74 \pm 0,14 b	90,00 \pm 7,85 a	11,60 \pm 0,38 a	50,00 \pm 8,75 b
BRS 67	20,58 \pm 0,36	96,66 \pm 0,00 a	1,75 \pm 0,17 b	96,66 \pm 3,22 a	10,06 \pm 0,50 b	53,33 \pm 8,51 b
BRS 68	22,00 \pm 0,48	96,66 \pm 5,57 a	2,03 \pm 0,19 a	93,33 \pm 5,57 a	9,72 \pm 0,45 b	83,33 \pm 8,95 a
BRS 69	20,92 \pm 0,53	90,00 \pm 3,33 a	1,85 \pm 0,16 b	90,00 \pm 6,92 a	10,38 \pm 0,45 b	70,00 \pm 8,75 a
BRS 70	27,62 \pm 0,00	100,00 \pm 0,00 a	1,83 \pm 0,19 b	100,00 \pm 0,00 a	10,96 \pm 0,54 a	90,00 \pm 8,75 a
BRS 71	21,48 \pm 0,35	83,33 \pm 3,33 b	2,08 \pm 0,21 a	83,33 \pm 8,21 b	10,31 \pm 0,40 b	63,33 \pm 9,28 a
BRS 72	23,25 \pm 0,67	76,66 \pm 5,57 b	2,21 \pm 0,13 a	76,66 \pm 5,57 b	11,14 \pm 0,36 a	46,55 \pm 6,92 b
BRS 323	19,34 \pm 0,32	86,66 \pm 7,85 b	1,42 \pm 0,17 b	86,66 \pm 3,33 b	11,95 \pm 0,36 a	66,66 \pm 9,28 a
Aguara 06	22,37 \pm 0,37	83,33 \pm 5,57 b	2,41 \pm 0,15 a	80,00 \pm 5,57 b	11,25 \pm 0,36 a	53,33 \pm 8,75 b
HÉLIO	21,44 \pm 0,44	100,00 \pm 0,00 a	2,10 \pm 0,16 a	100,00 \pm 0,00 a	11,80 \pm 0,22 a	66,66 \pm 9,20 a
SYN 045	23,40 \pm 0,48	100,00 \pm 6,92 a	1,76 \pm 0,10 b	86,66 \pm 7,85 b	11,40 \pm 0,51 a	50,00 \pm 9,28 b
<i>F</i>	9,80	2,27	2,70	2,06	4,86	3,05
<i>p-valor</i>	2,20e ^{-16**}	0,001**	1,02e ^{-10**}	0,004**	1,65e ^{-10**}	1,01e ^{-05**}

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O maior período da fase pré-pupal foi nas lagartas alimentadas nas cultivares BRS 46, BRS 54, BRS 55, BRS 56, BRS 68, BRS 71, BRS 72, Agura 06 e Hélio 251. As menores viabilidades desta fase foram nos insetos provenientes de BRS 55, BRS 57, BRS 62, BRS 63, BRS 71, BRS 72 e BRS 323, Agura 06 e SYN 045. Na fase de pupa os insetos alimentados em BRS 53, BRS 54, BRS 57, BRS 66, BRS 70, BRS 72, BRS 323,

Aguara 06, Hélio 251 e SYN 045 apresentaram maior período pupal e as menores viabilidades desta fase foram observadas em BRS 46, BRS 53, BRS 55, BRS 56, BRS 57, BRS 63, BRS 66, BRS 67, BRS 72, Aguara 06 e SYN 045.

Em função dos genótipos afetarem negativamente as fases de desenvolvimento de *S. frugiperda*, podemos evidenciar fonte de resistência do tipo antibiose, pois as plantas reduziram a viabilidade e prolongaram as fases larval, pré-pupal e pupal do inseto. O prolongamento dos períodos pre-pupal e pupal de *S. frugiperda* pode estar associado a má qualidade destas plantas como hospedeiro para alimentação das lagartas, em consequência da provável presença de compostos químicos o que confere resistência da planta ao inseto (SILVEIRA et al., 1997).

O período larval de *S. frugiperda* variou entre 19,34 a 24,59 dias com viabilidade entre 76,66 a 100% e o período pupal entre 8,44 a 11,95 dias e viabilidade de 33,33 a 90,00% (Tabela 2). Esses valores demonstram resistência dos cultivares avaliados à *S. frugiperda*, considerando que apresentam duração de ciclo maior que em outros hospedeiros, como milho (SÁ et al. 2009), algodão (JESUS et al. 2014) e feijão (PAIVA et al., 2018). Isso pode ser atribuído metabólitos secundários responsáveis por mecanismos de defesa.

Conforme Alchio et al. (2013), os tricomas glandulares presentes nas folhas do girassol são componentes eficazes na resistência da planta a insetos, sendo que a presença de metabólitos secundários como diterpenos e lactonas sesquiterpênicas nessa estrutura pode causar atraso no desenvolvimento de insetos, maior período pupal, menor peso de pupas e menor taxa de sobrevivência, proporcionando resistência.

Dependendo do hospedeiro para alimentação da lagarta, substâncias antibióticas ou impropriedades nutricionais inerentes a um determinado genótipo ou mesmo fatores ambientais, o período larval e número de instares do inseto pode sofrer variações (LARA, 1991). De modo geral, desenvolvimento larval em curto período de tempo e sem causar redução da biomassa, mostra que hospedeiro é adequado para o desenvolvimento do inseto (BOREGAS et al., 2013).

Os genótipos de girassol também influenciaram os parâmetros biológicos longevidade de adultos, ciclo e viabilidade total de *S. frugiperda*. O peso larval, peso pupal e razão sexual de *S. frugiperda* não foram influenciados pelos cultivares de girassol (Tabela 3). Insetos de *S. frugiperda* provenientes das cultivares BRS 67, BRS 68, BRS 70 e BRS 71 apresentaram a maior longevidade. Os demais cultivares de girassol proporcionaram adultos com menor longevidade. A maior longevidade dos adultos de *S.*

frugiperda foram nos insetos que obtiveram os maiores pesos nas fases jovens, confirmando que a longevidade está diretamente ligada a capacidade de conversão de alimento nas fases anteriores (PANIZZI e SILVA, 2009).

Tabela 3. Pesos larval e pupal (mg), longevidade (dias), período(dias) e viabilidade (%) do ciclo total e razão sexual de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de cultivares de girassol. Urutaí (GO), 2020.

Cultivares	Peso		Longevidade	Ciclo Total		Razão Sexual
	Larval	Pupal		Período	Viabilidade	
BRS 46	0,23±0,44	0,21±0,21	3,50±0,50 b	36,75±1,74 a	13,33±6,31 a	0,69±0,90
BRS 53	0,27±0,46	0,16±0,20	3,40±0,64 b	38,80±1,26 a	16,66±6,92 a	0,73±0,11
BRS 54	0,31±0,28	0,20±0,63	3,00±0,00 b	39,00±2,77 a	6,66±4,63 b	0,42±0,10
BRS 55	0,23±0,41	0,22±0,19	3,50±0,50 b	38,50±1,50 b	6,66±6,92 b	0,50±0,14
BRS 56	0,28±0,31	0,22±0,20	3,00±0,00 b	35,50±1,50 a	6,66±6,92 b	0,66±0,12
BRS 57	0,40±0,24	0,23±0,21	3,50±0,50 b	38,50±1,90 b	6,66±3,33 b	0,33±0,11
BRS 62	0,39±0,28	0,63±0,20	3,50±0,50 b	38,00±2,56 b	6,66±6,31 b	0,57±0,12
BRS 63	0,34±0,23	0,21±0,21	3,80±0,26 b	38,60±1,39 b	16,66±8,75 a	0,57±0,17
BRS 64	0,30±0,41	0,19±0,20	3,50±0,66 b	39,50±1,94 a	13,33±6,92 a	0,47±0,14
BRS 65	0,45±0,44	0,20±0,21	3,00±0,33 b	39,40±1,23 a	16,66±7,85 a	0,52±0,13
BRS 66	0,42±0,26	0,21±0,20	4,00±0,22 b	36,00±1,49 b	3,33±6,31 b	0,46±0,10
BRS 67	0,42±0,33	0,22±0,21	5,66±0,33 a	37,66±2,12 b	13,33±4,63 a	0,68±0,12
BRS 68	0,43±1,05	0,21±0,19	5,00±0,73 a	37,50±2,40 a	13,33±4,63 a	0,64±0,13
BRS 69	0,40±0,27	0,20±0,23	2,00±0,20 b	33,15 ±2,51 b	6,00±6,31 b	0,61±0,12
BRS 70	0,43±0,31	0,21±0,17	5,00±1,00 a	38,50±0,63 a	6,66±4,63 b	0,66±0,14
BRS 71	0,30±0,34	0,19±0,22	4,80±0,60 a	37,40±2,53 b	16,66±6,92 a	0,52±0,11
BRS 72	0,27±0,35	0,18±0,22	2,00±0,16 b	33,60±1,93 b	6,00±6,31 b	0,42±0,12
BRS 323	0,35±0,32	0,19±0,20	3,66±0,28 b	36,66±2,04 b	10,00±4,63 b	0,65±0,11
Aguara 06	0,32±0,39	0,20±0,22	3,60±0,24 b	39,40±1,13 b	16,66±0,00 a	0,62±0,13
HÉLIO 251	0,26±0,43	0,19±0,22	3,60±0,00 b	39,20±2,14 a	33,33±5,57 a	0,45±0,13
SYN 045	0,26±0,42	0,20±0,24	2,85±0,91 b	39,57±2,49 a	23,33±4,63 a	0,46±0,11
<i>F</i>	2,32	0,82	2,05	2,55	1,83	0,77
<i>p-valor</i>	9,64e ^{-4**}	0,682 ^{NS}	0,02*	2,3e ⁻⁰⁴	0,014*	0,74 ^{NS}

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O maior ciclo de vida de *S. frugiperda* foram nos insetos provenientes de BRS 46, BRS 53, BRS 54, BRS 56, BRS 64, BRS 65, BRS 68, BRS 70 e SYN 045. Os insetos provenientes dos cultivares BRS 54, BRS 55, BRS 56, BRS 57, BRS 62, BRS 66, BRS 69, BRS 70, BRS 72 e BRS 323 apresentaram a menor viabilidade. O prolongamento do ciclo total da praga e relevante ao MIP, pois quanto maior o ciclo do inseto menor será o número de gerações por ciclo da cultura, reduzindo assim a densidade populacional da praga e consequentemente os danos na cultura (LARA, 1991).

O ciclo de vida de *S. frugiperda* variou de 33,15 a 39,50 dias e viabilidade de 3,33 a 33,33. O ciclo de vida de *S. frugiperda* está relacionado com o hospedeiro. Em milho

ciclo de vida de *S. frugiperda* variou de 25,12 a 31,85 dias (PAIVA et al., 2016). Em algodão este período foi de 39,2 a 41,8 dias (JESUS et al., 2014), em feijão de 32,5 a 45,9 dias (PAIVA et al., 2018) e soja de 24,2 a 26,3 dias (VELOSO, 2010). O prolongamento do ciclo de vida mostra que o hospedeiro não é favorável ao desenvolvimento do inseto, devido a uma dieta desbalanceada ou ingestão de metabólitos tóxicos, isto evidencia característica em plantas com certo grau de resistência (PANIZZI e SILVA, 2009). Outra característica em plantas resistentes e a baixa viabilidade proporcionada aos insetos, esta característica é importante para determinar o tipo de resistência antibiose (FREITAS et al., 2018).

4.3.2 Aspectos nutricionais

A quantidade do alimento ingerido foi maior nas cultivares BRS 64, BRS 65, BRS 68 e BRS 70, sem interferir no ganho de peso das lagartas de *S. frugiperda* (Tabela 4). A cultivar BRS 70 proporcionou a maior taxa de consumo relativo para lagartas de *S. frugiperda*.

Tabela 4. Ganho de peso (GP), alimento ingerido (AI), taxa de crescimento relativo (RGR); taxa de consumo relativo (RCR), digestibilidade aproximada (AD), eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI), eficiência de conversão do alimento digerido (ECD) e custo metabólico (CM) detrans lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com 21 cultivares de girassol em Urutá (GO). 2020.

Cultivares	GP	AI	RGR	RCR	AD	ECI	ECD	CM
Aguara 06	0,009	0,031 b	0,047	0,418 b	70,31 a	15,37 a	22,18	77,82 b
BRS 323	0,003	0,022 b	0,052	0,391 b	42,71 b	14,12 a	43,31	56,70 b
BRS 46	0,002	0,020 b	0,052	0,458 b	34,81 b	9,99 b	30,53	69,47 b
BRS 53	0,002	0,023 b	0,045	0,539 b	46,36 b	7,51 b	17,29	82,71 b
BRS 54	0,003	0,028 b	0,065	0,620 b	59,33 a	10,32 b	17,85	82,15 b
BRS 55	0,001	0,018 b	0,025	0,355 b	64,17 a	7,58 b	12,91	87,09 b
BRS 56	0,001	0,024 b	0,031	0,613 b	60,08 a	6,04 b	16,13	83,87 b
BRS 57	0,002	0,025 b	0,031	0,541 b	89,29 a	7,26 b	8,26	91,74 b
BRS 62	0,001	0,021 b	0,019	0,391 b	41,84 b	5,47 b	14,78	85,22 b
BRS 63	0,002	0,021 b	0,044	0,437 b	67,19 a	11,36 b	17,95	82,05 b
BRS 64	0,002	0,047 a	0,030	0,990 b	62,53 a	5,42 b	11,45	88,55 b
BRS 65	0,003	0,043 a	0,045	0,823 b	72,85 a	5,82 b	8,73	91,27 b
BRS 66	0,001	0,024 b	0,026	0,530 b	63,66 a	6,04 b	13,72	86,28 b
BRS 67	0,001	0,028 b	0,020	0,535 b	46,80 b	4,36 b	10,85	89,15 b
BRS 68	0,002	0,041 a	0,036	0,955 b	47,55 b	4,06 b	10,72	89,28 b
BRS 69	0,002	0,021 b	0,038	0,475 b	67,65 a	10,67 b	17,85	82,15 b
BRS 70	0,003	0,062 a	0,083	1,952 a	70,30 a	4,23 b	6,09	93,91 b
BRS 71	0,007	0,021 b	0,073	0,551 b	68,12 a	31,02 a	5,04	110,02 a
BRS 72	0,005	0,014 b	0,048	0,199 b	67,14 a	19,69 a	6,01	106,17 a
Helio 251	0,002	0,023 b	0,041	0,682 b	85,08 a	8,87 b	10,32	89,68 b
SYN 045	0,002	0,017 b	0,068	0,368 b	37,75 b	16,86 a	15,34	112,72 a

<i>F</i>	1,14	4,06	1,32	4,99	4,54	2,42	6,16	3,76
<i>p-valor</i>	0,309*	2,79e ^{-07**}	0,173 ^{NS}	2,55e ^{-09**}	1,09e ^{-07**}	0,001**	7,96e ⁻¹¹	1,44 ^{NS}

A digestibilidade aproximada (AD), índice que representa a porcentagem do alimento ingerido que foi efetivamente assimilado pelo inseto, diferiu estatisticamente entre as cultivares, variando entre 34,81 e 89,29. As lagartas de *S. frugiperda* provenientes das cultivares Aguara 06, BRS 323, BRS 71, BRS 72 e SYN 045 apresentaram maior eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI), variando entre 14,02% a 31,02%. Este índice representa a porcentagem do alimento ingerido pelo inseto transformado em biomassa. Assim, as cultivares BRS 71, BRS 72 e SYN 045 apresentaram um maior custo metabólico por parte das lagartas, indicando que gastaram muita energia para metabolizar o alimento ingerido, ao transformar em biomassa e energia. No entanto, não diferiram estatisticamente quanto a eficiência de conversão do alimento digerido (ECD), que representa a porcentagem do alimento digerido convertido em biomassa. (Tabela 4).

Ao verificar a existência de raças de *S. frugiperda* nas culturas do milho e do arroz através de medidas de consumo e utilização de alimento, Busato et al. (2002) encontraram valores médios para ECI e ECD variando entre 15,3% a 21,2%, e 29,3% a 43,33%, respectivamente. Enquanto Santos (2002), ao analisar genótipos de milho comum e milho doce de ECI de 6,95%, 10,64% e 15,18%, para BR Pampa, Elisa e BR 400, respectivamente.

Com relação ao alimento, as cultivares BRS 71, BRS 72 e SYN 045 apresentaram-se como menos adequadas para a alimentação das lagartas, devido a menor massa ingerida do alimento, resultando o maior custo metabólico para manutenção das lagartas.

Por meio da análise de agrupamento hierárquica, observou-se influência nos parâmetros biológicos de *S. frugiperda*, mostrando que os cultivares influenciaram o ciclo biológico do inseto (Figura 1). Observa-se o agrupamento de cinco grupos de acordo com os níveis de resistência de cada cultivar a *S. frugiperda*.

No grupo I (BRS 68, BRS 55, BRS 63, BRS 46, BRS 57, BRS 66, Hélio, BRS 72, BRS 53, BRS 54, Aguara 06, SYN 045) agruparam os cultivares com nível de moderadamente resistente. No grupo II (BRS 56 e BRS 323) e III (BRS 71, BRS 62, BRS 69, BRS 64 e BRS 70) os cultivares suscetíveis e nos grupos IV (BRS 65) e V (BRS 67) os cultivares altamente suscetíveis a *S. frugiperda*.

Estas mesmas características foram identificadas na análise de componentes principais – CVA (Figura 2) de forma que ambas as análises multivariadas mostraram

similaridade dos grupos. O cultivar BRS 65 que aparece isolado na análise CVA, também aparece isolado no grupo IV na análise UPGMA, influenciando pelo período larval de *S. frugiperda*.

Na análise de CVA foi possível observar que o componente principal 1 (Can1) concentrou 50,4% da variabilidade, sendo as variáveis que mais influenciaram este componente: período pupal e o ciclo total. O segundo componente principal (Can 2) concentrou 30% da variabilidade, e as variáveis que mais influenciaram este componente foram período larval, viabilidade total, peso larval e peso pupal.

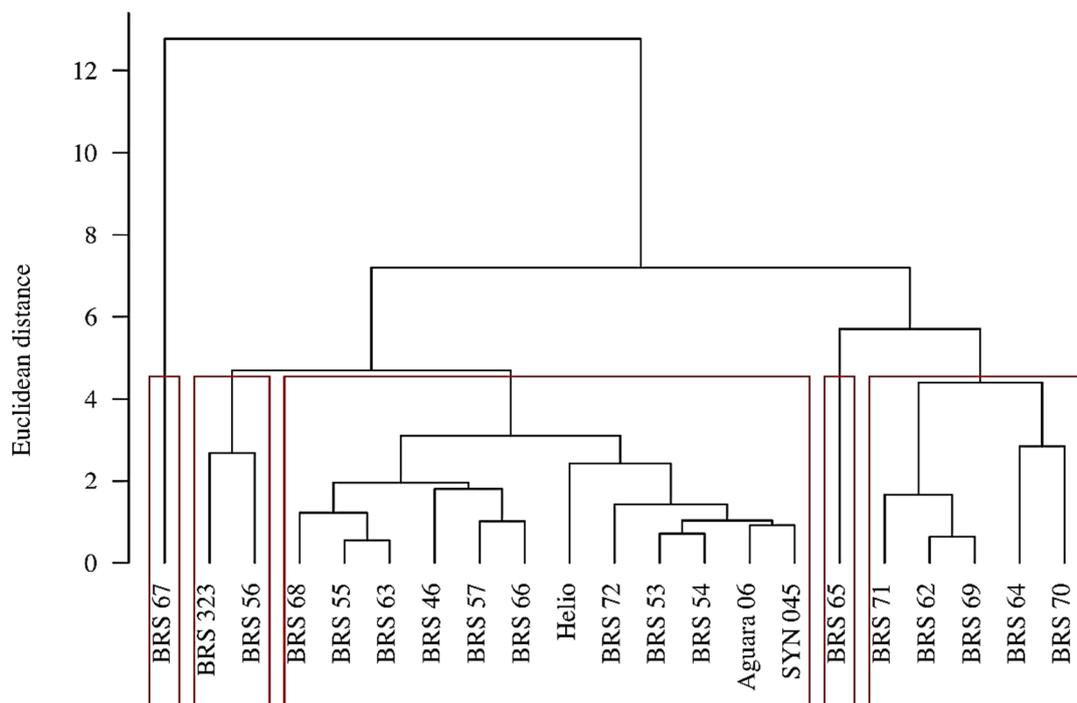


Figura 1. Dendrograma baseado em variáveis biológicas de lagartas de *S. frugiperda* em cultivares de girassol utilizando o método UPGMA. Urutaí (GO), 2020.

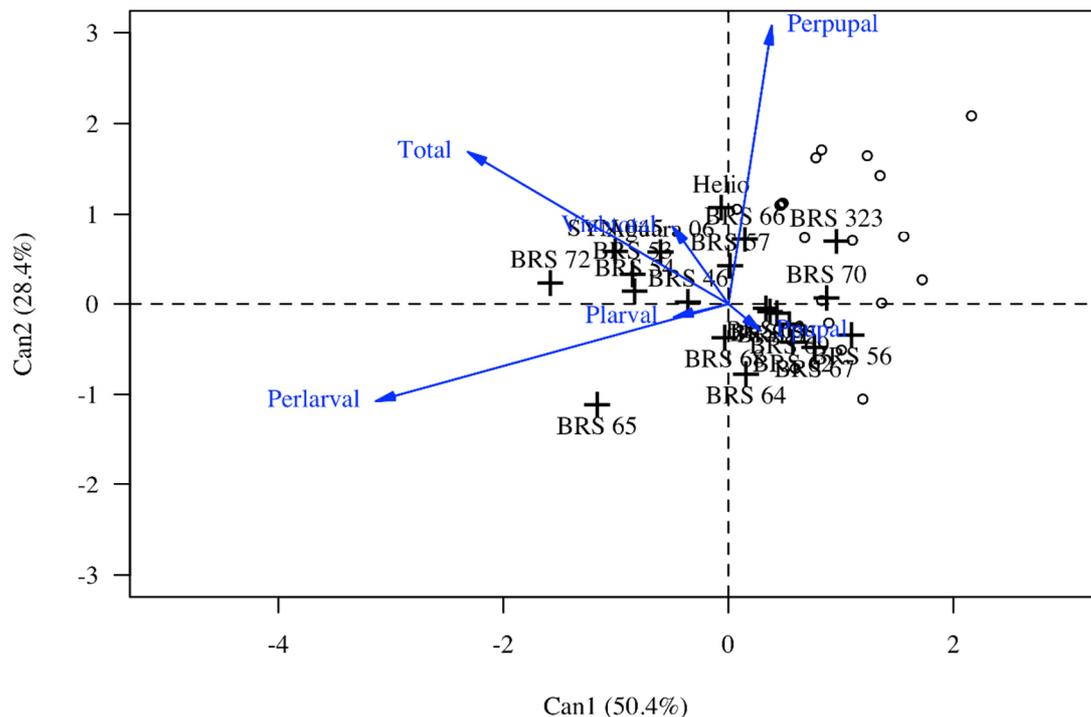


Figura 2. Análise componentes principais (ACP) das variáveis biológicas peso larval e pupal (mg), longevidade (dias), período(dias) e viabilidade (%) do ciclo total de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas em 21 genótipos de girassol.

Tanto as análises CVA e UPGMA separaram os cultivares de girassol em diferentes níveis de resistência a *S. frugiperda* e podem ser utilizadas como complemento aos métodos univariados na seleção de planta resistente a inseto (PITTA et al. 2010). Assim considerando os dois métodos, os cultivares BRS 55, BRS 57 e BRS 72 apresentaram resistência do tipo antibiose por reduzir a viabilidade nas fases larval, pupal e total de *S. frugiperda*. Assim, pesquisas futuras devem ser conduzidas na busca de se elucidar quais são as causas desta resistência nestes cultivares, quer sejam físicas, químicas ou morfológicas, a fim de que tais cultivares sejam incorporados em programas de melhoramento de plantas de girassol visando a resistência dessa praga ou que possam ser usados diretamente por produtores desta cultura como componente de MIP.

4.4. CONCLUSÕES

Para os aspectos biológico avaliados, os cultivares BRS 55, BRS 57 e BRS 72 apresentaram resistência do tipo antibiose por reduzir a viabilidade nas fases larval, pupal e total de *S. frugiperda*. E, as cultivares Hélio 251 e Syn 045, também destacam-se apresentando um tipo de resistência antibiose por proporcionarem menor longevidade, maior período e menor viabilidade total a *S. frugiperda*

Com relação aos aspectos nutricionais, os cultivares com menor massa ingerida de alimento e com maior custo metabólico apresentam-se como as menos adequadas para alimentação das lagartas, em que se destacam as cultivares BRS 71, BRS 72 e SYN 045. Desta forma, conclui-se que estes cultivares apresentem algum tipo de resistência do tipo antibiose.

4.5. REFERÊNCIAS

BOIÇA JÚNIOR, A. L., JESUS, F. G. D., JANINI, J. C., SILVA, A. G. D., & ALVES, G. C. S. Resistência de variedades de algodão ao curuquerê do algodoeiro Alabama argillacea Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 48-55, 2012.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BOTTEGA, D. B.; SOUZA, B. H. S.; RODRIGUES, N. E. L.; MICHELIN, V. Determinação dos tipos de resistência a Spodoptera cosmiodes (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja. **Semina**, v. 36, p. 607-618, 2015.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; CAMPOS, Z. R.; CAMPOS, A. R.; VALÉRIO FILHO, W. V.; CAMPOS, O. R. Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton: vertical distribution of egg masses, effects of adult density and plant age on oviposition behavior. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 4, p. 424-429, 2013.

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. D. C. C.; FRAGA, D. F.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em entomologia agrícola – VII**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2014. p. 291-308.

BOREGAS, K.G.B.; MENDES, S.M.; WAQUIL, J.M.; FERNANDES, G.W. Estádio de adaptação de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Bragantia**, v.72, p.61 70, 2013.

BUSATO, G. R., GRÜTZMACHER, A. D., GARCIA, M. S., GIOLO, F. P., & MARTINS, A. F. Consumo e utilização de alimento por Spodoptera frugiperda (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 4, p. 525-529, 2002.

CAMPOS, O. R. **Resistência de genótipos de algodoeiro a mosca branca Bemisia tabaci (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003, 79 p.

CAMPOS, Z. R. **Resistência de variedades de algodoeiro a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2008. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração: Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

COELHO, A. C., DE FARIA FILHO, F., DINIZ, R. A. M., & NOGUEIRA, L. Resistência de genótipos de girassol a *Spodoptera Cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). In: Semana de Ciências Agrárias VII Jornada de Pesquisa da Pós-graduação em Produção Vegetal “Agricultura, Pecuária e Floresta no Cerrado”, 16., Ipameri, 2019. **Anais**. Fortaleza: da Semana de Ciências Agrárias e Jornada de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2019.

CRUZ, I., DE LIMA, D. A. N., FIGUEIREDO, M. L. C., & VALICENTE, F. H. Aspectos biológicos do parasitóide *Campolus flavicincta* (Ashmead) criados em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 24, n. 2, 1995.

DANNON, E. A; WYDRA, K. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, London, v. 64, n. 5, p. 233-243, 2004.

FIGUEREDO, M. de L.C.; DIAS-MARTINS, 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**, v.41, n.12, p.1693- 1698, 2006.

FONSECA, S.S. “**Resistência de genótipos de feijoeiro a *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**.” Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2019, 76 p.

FREITAS M. M, DE SOUZA B. H. S, NOGUEIRA L, DI BELLO M. M, BOIÇA JÚNIOR A. L. Soybean defense induction to *Spodoptera cosmioides* herbivory is dependent on plant genotype and leaf position. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 12, p. 85-96. 2018.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 920 p. 2002.

GATEHOUSE, A. M. Digestive proteolytic and amylolytic activities of *Helicoverpa armigera* in response to feeding on different soybean cultivars. **Pest Management Science**, v. 66, p. 1.316-1.323, 2010.

JESUS, F. G. **Resistência de cultivares de algodoeiro sobre *Spodoptera frugiperda* e *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) e efeito na biologia e comportamento de *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2009. 85 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração: Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

MIRANDA, J. E. **Distribuição vertical de lagartas de *Spodoptera frugiperda* no algodoeiro**. (Comunicado Técnico, 277). Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 2006. 4 p.

MORAES, A. R. A.; LOURENÇÃO, A. L.; AYRES, M. E.; PATERNIANI, G. Z. Resistência de híbridos de milho convencionais e isogênicos transgênicos a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 1, p. 50-57, 2015.

NAGOSHI, R.N.; SILVIE, P.; MEAGHER, L.R.; LOPEZ, J.; MACHADO, V. Identification and Comparison of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host strains in Brazil, Texas, and Florida. **Entomological Society of America**, v. 100, n. 3, p.394-402, 2007.

NANTES, J. F. D.; GRICOLETTI, R.; CAMPOS, E. M. B. Biologia de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja, *Glycine max* (L.) Merrill. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 7, n. 2, p. 171-174, 1978.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V.;

PANIZZI, A.R., PARRA, J.R.P. 2009. **Bioecologia e nutrição de insetos – base para o manejo integrado de pragas**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brasil. 1164p. In: PANIZZI, A.R.; SILVA, F.A.C. Insetos sugadores de sementes (Heteropta), p. 465-522, 2009.

PANIZZI, A.R.; SILVA, F.A.C. Insetos sugadores de sementes (Heteroptera). In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.). Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**; Londrina: Embrapa Soja, 2009. p. 465-522.

PINTO, J. H. E.; FONTANA, A. Canola e Girassol na alimentação animal. In: Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal, **Anais...** Campinas. 2001, p. 109-134.

POLETINE, J. P.; MENDES, A. M.; SAPIA, J. G. MACIEL, C. D. de G. Avaliações morfoagronômicas e teor de óleo em genótipos de girassol nas condições do arenito Caiuá. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 2, p. 105-117, 2013.

RIBEIRO, L. P.; ANSANTEM T. F.; VENDRAMIM, J. D. Efeito do extrato etanólico de sementes de *Annona mucosa* no desenvolvimento e comportamento alimentar de *Spodoptera frugiperda*. **Bragantia**, v. 75, n. 3, p. 1-10, 2016.

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. 1, p. 108-115, 2009.

SANTOS J. D. V. Não preferência para alimentação e antibiose em genótipos de feijoeiro a *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Unesp, Jaboticabal. 2015, 84 p.**

SHARMA. M, SINGH. G (2001) Development of *Helicoverpa armigera* on different hybrids of sunflower (*Helianthus annuus*). **Indian J Agric Sci** **71:538–543**

SEIFI, A.; VISSER, R. G. F.; & BAI, Y. How to effectively deploy plant resistances to pests and pathogens in crop breeding. **Euphytica**, v. **190**, n. **3**, p. **321-334**, 2013.

SENÔ, K. C. A.; SEGATELLI, E. K.; PEREIRA, F. A. C.; MINE, É. T.; DA SILVA, P. T.; & NEVES, M. C. T. Resistência de sete genótipos de milho (*Zea mays*, L.) ao ataque de *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY, 1855. **Nucleus**, v. **6**, n. **2**, p. **167-180**, 2009

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 do Brasil**, v. 26, p. 291-298, 1997.

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

SOUSA, DMG de; LOBATO, E. Correção do solo e adubação da cultura da soja. **Planaltina: Embrapa-CPAC**, 1996.

SOUZA, B. H. S.; SILVA, A. G.; JANINI, J. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Antibiosios in soybean genotypes and the resistance levels to *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 43, n. 6, p. 582- 587, 2014.

VELOSO, E. S. **Resistência de cultivares de soja a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2010. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração: Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. **Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos**. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). Bioecologia e nutrição dos insetos: bases para o manejo integrado de pragas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 1055-1105.

VENDRAMIM, J. D.; NISHIKAWA, M. A. N. **Melhoramento para resistência a insetos**. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARESINGLIS, M. C. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento-plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 737-781.

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

WAR, A. R.; PAULRAJ, M. G.; AHMAD, T.; BUHROO, A. A.; HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H. C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant Signaling & Behavior**, Seattle, v. 7, p. 1306-1320, 2012.

YANG, G.; WISEMAN, B. R.; ISENHOUR, D. J.; SPELIE, K. E. Chemical and ultrastructural analysis of corn cuticular lipids and their effect on feeding by fall armyworm larvae. **Jornal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 9, p. 2055- 2074, 1993

5. CAPÍTULO 3 – ANTIXENOSE DE *S. frugiperda* EM GENÓTIPOS DE GIRASSOL

RESUMO

Objetivou-se avaliar dentre 21 cultivares a não preferência para alimentação em cultivares de girassol ao ataque de *S. frugiperda*. Identificar os cultivares com fonte de resistência a *S. frugiperda*, visando sua utilização como componente do Manejo Integrado do inseto na cultura do girassol, a partir de duas modalidades (com chance e sem chance de escolha pelo alimento) de testes a partir da observação no hábito alimentar de *S. frugiperda* em diferentes espaços de tempo. As cultivares BRS 53, BRS 54, BRS 62, BRS 63, BRS 68, BRS 69, BRS 71, BRS 72 E SYN 045 se destacaram por apresentar maior número médio de lagartas por disco foliar na maioria dos tempos estudados, sendo assim considerados susceptíveis. Enquanto o genótipo BRS 66 se destacou como a mais repelente com baixa média de número de lagartas apresentando resistência do tipo antixenose.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., resistência de plantas a insetos, *Spodoptera frugiperda*, insetos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate between 21 cultivars and not to prefer the feeding in sunflower cultivars to the attack of *S. frugiperda*. Identify cultivars with a source of resistance to *S. frugiperda*, using their use as a component of the Integrated Management of sunflower culture, based on two definitions (with a chance and without a chance to choose the food) of tests based on observation in eating habits *S. frugiperda* in different time periods. As the cultivars BRS 53, BRS 54, BRS 62, BRS 63, BRS 68, BRS 69, BRS 71, BRS 72 AND SYN 045, highlighted for having the highest average number of caterpillars per leaf disc in most of the studied times, thus susceptible. While the BRS 66 genotype is highlighted as more repellent with a low average number of caterpillars, resistance to the type of anxenosis.

Keywords: *Helianthus annuus* L., plant resistance to insects, *Spodoptera frugiperda*, Attractiveness, insects.

5.1 INTRODUÇÃO

O girassol destaca-se como uma das maiores culturas oleaginosas produzidas no mundo. O Brasil é o segundo maior produtor de oleaginosas ficando atrás apenas dos Estados Unidos (USDA, 2019), sendo a cultura do girassol uma alternativa importante na sucessão com outras culturas de grãos, como soja e milho, e na composição dos diferentes sistemas de produção pode ser cultivado antecipando-se a uma cultura principal ou ser semeado na safrinha, substituindo, parcialmente, o milho ou o sorgo. O emprego dessa oleaginosa se torna uma alternativa viável, uma vez que seu custo de produção pode ser de 20 a 25% mais barato que o do milho, sem levar em consideração suas inúmeras utilidades agrônômicas (LEITE; CASTRO, 2006).

Com a expansão dessa oleaginosa, insetos em termos de incidência e danos, passaram a ocorrer em maior intensidade populacional, causando danos econômicos, como a *Spodoptera frugiperda*, popularmente conhecida como lagarta do cartucho. No Brasil, Leiderman & Sauer (1953) destacaram a lagarta do cartucho entre as principais pragas da cultura do milho, considerando-a extremamente polífaga e com vários hospedeiros. Além do milho, ela pode atacar a alfafa, algodão, amendoim, arroz, aveia, batata, batata-doce, cana-de açúcar, trigo e soja, sendo mais encontrada em gramíneas. Esses autores relatam que já na década de 20 eram relatados em diversos estados brasileiros danos severos provocados por essa lagarta.

Recentemente a *S. frugiperda* ganhou maior notoriedade no cenário agrícola por ter sido reportada como espécie invasiva nos continentes africanos e asiáticos (Goergen et al., 2016; FAO, 2018) e pelo potencial de causar severas perdas na produção de milho nestes continentes (ITTA, 2018). No Brasil, o sistema de cultivo intensivo favorece que *S. frugiperda* se mantenha em níveis populacionais elevados durante maior parte do ano, uma vez que as principais culturas produzidas no país são hospedeiras desta praga e cultivadas em ciclos sucessivos.

Um dos fatores que contribui para a dificuldade de manejo do complexo *Spodoptera* pode ser a ampla oferta de hospedeiros que o inseto encontra ao longo do ano, em virtude da sucessão de culturas, ou com plantios escalonados de culturas com fenologia diferente em áreas próximas como é o caso da soja, milho e algodão que são cultivados no verão, selecionando novas preferências alimentares devido à intensa

exposição dessas plantas à pressão populacional desses insetos (SÁ et al., 2009).

Entre os métodos de controle de pragas disponíveis, a resistência de plantas apresenta as vantagens de contribuir para a redução da população da praga abaixo do nível de dano econômico, não causar desequilíbrios no agroecossistema, proporcionar efeito cumulativo e persistente, não promover aumento nos custos de produção pelo uso de inseticidas, além de ser compatível com as demais táticas de controle do manejo integrado de pragas (BOIÇA JÚNIOR et al., 2014).

A antixenose é observada quando uma planta é menos frequentada pelo inseto em comparação a outras plantas em igualdade de condições. Esse tipo de resistência é caracterizado por reação comportamental do inseto em relação a planta (GOULD, 2004). Fugi, Lourenção; Parra (2005) relataram que três variedades de soja (PI 229358, IAC 17 e IAC 24) apresentaram índices de preferência bem inferiores ao padrão suscetível IAC PL-1, indicando a presença de resistência do tipo não preferência para alimentação de *S. frugiperda* e *Anticarsia gemmatilis*.

Com base nisto, o objetivo do presente capítulo é avaliar a não preferência para alimentação e tolerância em genótipos de girassol ao ataque de *S. frugiperda*, e identificar quais genótipos de girassol possuem resistência a lagarta *S. frugiperda*.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia Agrícola do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Urutaí Goiás, Brasil, em condições controlada de temperatura ($25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2$), umidade ($70\text{ }\%\pm 10$) fotoperíodo (12h).

5.2.1 Criação de *S. frugiperda*

Conforme a metodologia de Greene, Leppla e Dickerson (1976), descrita no capítulo anterior.

5.2.2 Material vegetativo

Foram utilizados 21 genótipos de Girassol, sendo eles: Aguara, Hélio 251, Syn 045, BRS 46 BRS 53, BRS 54, BRS 55, BRS56, BRS 57, BRS 62, BRS 63, BRS 64, BRS 65, BRS 66, BRS 67, BRS 68, BRS 69, BRS 70, BRS 71, BRS 72, BRS 323 . Para a

condução dos experimentos em laboratório, sementes de girassol foram semeadas em vasos plásticos de 5 litros preenchidos com terra mantidos em casa de vegetação. Foram semeadas 3 sementes em cada vaso, com adubação recomendada para a cultura e feita irrigação diária, e desbaste deixando uma planta por vaso.

5.2.3 Teste de não preferência para alimentação com chance de escolha

O ensaio com lagartas de 3º instar foi iniciado quando as plantas de girassol estavam com 30 dias após a emergência, oferecendo-se discos foliares das variedades de girassol para larvas de 3º ínstar. As folhas foram imediatamente, após retiradas das plantas, cortadas em discos de 2,5 cm de diâmetro e um disco de cada cultivar foi distribuído de forma circular em arenas sobre papel filtro umedecido no interior de pratos plásticos. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com 21 tratamentos e 10 repetições. No centro dos pratos plásticos, foram liberadas 42 lagartas de 3º instar, vedando-se em seguida a arena com plástico filme. Foi anotado o número de lagartas que se estabeleceram em cada tratamento aos 3, 5, 10, 15, 30 minutos e 1, 2, 3, 5, 12 e 24 horas após a liberação das lagartas.

5.2.4 Teste de não preferência para alimentação sem chance de escolha

O ensaio referente à atratividade e consumo sem chance de escolha com lagartas de 3º instar, foi iniciado quando as plantas de girassol estavam com 30 dias após a emergência, as folhas foram imediatamente, após retiradas das plantas, cortadas em discos de 2,5 cm de diâmetro e um disco de cada cultivar e distribuídas de forma circular, no interior do recipiente tipo bandeja plástica dividida em células individuais com papel filtro no fundo, formando as arenas, em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições. As folhas foram dispostas nas arenas e liberada uma lagarta de 3º instar, vedando-se em seguida a arena com a tampa de plástico. Foi anotado o número de lagartas (0 ou 1) que se estabeleceram em cada tratamento aos 3, 5, 10, 15, 30 minutos e 1, 2, 3, 5, 12 e 24 horas após a liberação.

5.2.5 Análises Estatísticas

Foi realizada a análise de variância (Anova) pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Para os casos de dados fora da normalidade e homocedásticos, passaram por adequação estatística.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Com chance de escolha

No teste com chance de escolha, houve diferenças estatísticas para o número médio de lagartas alimentadas nos discos foliares. No tempo de três minutos foi observado que as cultivares BRS 323, BRS 54, BRS 70 obtiveram as maiores médias para atratividade diferindo estatisticamente das demais. No entanto, nos tempos 3, 10, 15, 30 minutos e 1 hora, as cultivares apresentaram comportamento semelhante, se discriminando apenas após 2h de avaliação (Tabela 5).

Souza (2014) reitera que a expressão da resistência por um genótipo pode variar de acordo com as condições em que a planta é exposta, e que tais fatores podem ser inerentes à planta ou ao inseto. Isso pode ter contribuído para não ocorrer diferenças significativas em determinados tempos estudados. Provavelmente, seja necessário um ajuste na duração do teste com chance de escolha para *S. frugiperda* em cultivares de girassol ou na quantidade de lagartas utilizadas, considerando que não foi suficiente para a expressão de não preferência para alimentação no genótipo resistente. O mesmo autor ressalta que é importante frisar que uma maior duração no teste de preferência alimentar seja mais adequada do que o uso de lagartas mais desenvolvidas, uma vez que lagartas dessa espécie em estádios mais avançados podem realizar canibalismo, o que inviabilizaria o experimento.

Em trabalho realizado por Truzi et al., (2017) revela algumas conclusões com *Helicoverpa armigera*, onde não constatou preferência entre os genótipos de girassol avaliados. Trinta e cinco minutos no teste de múltipla escolha e 60 minutos no teste de não escolha foram o menor tempo para as larvas discriminarem entre os genótipos.

Tabela 5. Número médio de lagartas de *Spodoptera frugiperda* atraídas por cultivares de girassol, em diferentes intervalos de tempo (minutos) após a liberação, em teste com chance de escolha. temperatura de 25%±3, umidade relativa de 70%±10 e fotoperíodo de 12 horas. Urutaí (GO), 2020.

Cultivares	Tempo (minutos)				
	3	5	10	15	30
Aguara 06	0,1±0,17 b	0,0±0,33 a	0,00±0,17 a	0,2±0,13 a	0,5±0,44 a
BRS 323	0,7±0,13 a	0,2±0,30 a	0,3±0,15 a	0,4±0,10 a	0,9±0,50 a
BRS 46	0,4±0,17 b	0,3 ±0,30 a	0,2±0,15 a	0,4±0,22 a	0,8±0,11 a
BRS 53	0,2±0,16 b	0,2±0,80 a	0,3±0,10 a	0,1±0,27 a	0,2±0,10 a
BRS 54	0,5±0,10 a	0,6±0,80 a	0,8±0,17 a	0,4±0,13 a	0,6±0,60 a
BRS 55	0,1±0,15 b	0,2±0,60 a	0,1±0,13 a	0,1 ±0,10 a	0,00 ±0,40 a
BRS 56	0,3±0,17 b	0,2±0,20 a	0,3±0,16 a	0,1±0,11 a	0,2±0,80 a
BRS 57	0,3±0,15 b	0,2±0,60 a	0,0±0,15 a	0,0±0,10 a	0,1±0,11 a

BRS 62	0,2±0,13	b	0,3 ±0,30	a	0,2±0,10	a	0,5±0,13	a	0,5±0,44	a
BRS 63	0,1±0,15	b	0,4 ±0,50	a	0,2±0,16	a	0,3±0,17	a	0,4±0,20	a
BRS 64	0,2±0,13	b	0,2±0,60	a	0,2±0,00	a	0,1±0,11	a	0,5±0,50	a
BRS 65	0,1±0,15	b	0,3±0,00	a	0,2±0,10	a	0,2±0,00	a	0,3±0,11	a
BRS 66	0,3±0,16	b	0,4±0,70	a	0,1±0,00	a	0,2 ±0,00	a	0,3±0,00	a
BRS 67	0,4±0,10	b	0,6±0,00	a	0,2±0,16	a	0,2 ±0,00	a	0,8 ±0,40	a
BRS 68	0,1±0,16	b	0,2±0,70	a	0,00±0,13	a	0,0±0,10	a	0,2 ±0,20	a
BRS 69	0,0±0,10	b	0,09±1,00	a	0,09±0,10	a	0,18 ±0,20	a	0,0±0,33	a
BRS 70	1,0±0,15	a	0,0±0,91	a	0,11 ±0,10	a	0,11 ±0,10	a	0,4±0,80	a
BRS 70	0,2±0,00	b	0,0±0,90	a	0,00±0,11	a	0,00 ±0,10	a	0,0±0,60	a
BRS 71	0,1±0,09	b	0,10 ±1,00	a	0,2±0,00	a	0,2 ±0,14	a	0,2±0,80	a
BRS 72	0,1±0,13	b	0,2 ±0,70	a	0,4 ±0,10	a	0,5±0,20	a	0,3 ±0,20	a
Helio	0,0±0,15	B	0,00±0,50	a	0 ±0,16	a	0,0±0,10	a	0,3 ±0,10	a
SYN 045	0,0±0,16	B	0,2±0,50	a	0,1±0,00	a	0,1±0,11	a	0,2±0,30	a
<i>p</i> -valor	0,116**		0,580 ^{NS}		0,079 ^{NS}		0,512 ^{NS}		0,999 ^{NS}	

Cultivares	Tempo (horas)									
	1		2		6		12		24	
Aguara 06	0,3±0,22	a	0,7±0,24	a	0,5±0,24	a	0,8±0,17	a	0,7±0,22	c
BRS 323	0,8±0,21	a	0,8±0,33	a	0,6±0,22	a	0,4±0,19	b	1,0±0,70	b
BRS 46	0,6±0,33	a	0,2±0,25	b	0,5±0,16	a	0,4±0,22	b	1,2±1,00	b
BRS 53	0,1±0,22	a	0,2±0,13	b	0,3±0,27	a	0,6±0,22	b	0,6±1,20	c
BRS 54	0,4±0,10	a	0,6±0,13	a	0,5±0,15	a	1,2±0,27	a	1,4±0,60	b
BRS 55	0,1±0,22	a	0,2 ±0,13	b	0,1±0,27	a	0,6±0,44	b	0,4±1,40	c
BRS 56	0,5±0,22	a	0,3 ±0,27	b	0,9±0,10	a	0,7±0,27	b	1,0±0,40	b
BRS 57	0,2±0,10	a	0,3±0,13	b	0,3±0,15	a	0,5±0,30	b	0,7±1,00	c
BRS 62	0,1±0,22	a	0,3±0,15	b	0,3±0,25	a	0,2±0,31	b	0,5±0,70	c
BRS 63	0,4±0,33	a	0,5±0,21	a	0,7±0,31	a	1,2±0,13	a	1,2±0,50	b
BRS 64	0,2±0,10	a	0,3±0,15	b	0,00±0,15	a	0,2±0,42	b	0,4 ±1,20	c
BRS 65	0,2±0,13	a	0,2±0,17	b	0,2±0,33	a	0,4±0,20	b	0,4±0,40	c
BRS 66	0,3±0,17	a	0,3±0,15	b	0,5±0,20	a	0,3±0,16	b	0,6±0,40	c
BRS 67	0,5±0,27	a	0,7±0,13	a	0,6±0,27	a	1,1±0,23	a	2,1±0,60	a
BRS 68	0,7±0,15	a	0,6±0,15	a	0,6±0,31	a	0,5±0,21	b	0,3±2,10	c
BRS 69	0,00±0,30	a	0,09±0,21	b	0,27±0,16	a	0,36±0,22	b	0,8±0,30	c
BRS 70	0,22±0,00	a	0,44±0,15	a	0,4±0,14	a	0,33±0,15	b	1,00±0,82	b
BRS 71	0,3±0,27	a	0,0±0,15	b	0,3±0,30	a	0,3±0,15	b	0,6±0,60	c
BRS 72	0,5 ±0,24	a	0,8±0,24	a	0,7±0,24	a	0,3±0,22	b	0,4±0,40	c
Helio	0,44±0,13	a	0,6±0,13	a	0,33±0,16	a	0,22±0,17	b	1,11±1,00	b
SYN 045	0,2±0,10	a	0,3±0,17	b	0,6±0,17	a	0,6±0,16	b	0,3±0,40	c
<i>p</i> -valor	0,430 ^{NS}		0,079**		0,536 ^{NS}		0,076*		1,91e-05**	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para análise ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

No tempo de duas horas de avaliação as cultivares Aguará 06, BRS 323, BRS 54, BRS 63, BRS 67, BRS 68 E BRS 70 foram as mais atrativas a *S. frugiperda* obtendo as maiores médias de número de lagartas por disco foliar. No entanto, no tempo 6h, as cultivares não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si para o n° de lagartas por disco foliar. No tempo 12h as cultivares Aguará 06, BRS 54, BRS 63 e BRS 67 apresentaram maior atratividade entre as demais para *S. frugiperda*. Ao final do

experimento, com 24 horas, a cultivar BRS 67 se destacou como a mais atraente, com maior média do número de lagartas por disco foliar (2,1). Dessa maneira, isso pode contribuir para a susceptibilidade da cultivar para o ataque do inseto.

Conforme Silva et al. (2014), a preferência na alimentação de um inseto a uma determinada cultivar está relacionada com os estímulos proveniente das plantas, podendo ser positivos ou negativos, de natureza química, física e/ou morfológica. Logo, *S. frugiperda* teve estímulos positivos em relação a cultivar BRS 67, que obteve a maior atratividade no teste com chance de escolha.

Os cultivares Aguará 06, BRS 53, BRS 55, BRS 57, BRS 62, BRS 64, BRS 65, BRS 66, BRS 68, BRS 69, BRS 71, BRS 72 e SYN 045 ao final do experimento apresentaram as menores médias do número de lagartas por disco foliar, variando de 0,3 a 0,8. Assim, podem ser consideradas repelentes e servir como base para programas de melhoramento genético de plantas de girassol, visando incorporação de genes de resistência a insetos.

5.3.2 Sem chance de escolha

No teste sem chance escolha são verificadas diferenças significativas para o número de *S. frugiperda* entre as diferentes cultivares de girassol nos diferentes tempos (Tabela 6). O número médio de lagartas variou entre 0 a 1,8 indivíduos por cultivar. Nos tempos de três a 30 minutos foi observado que os cultivares que obtiveram as menores médias para atratividade foram Aguará 06, BRS 57, BRS 64 e BRS 70, diferindo estatisticamente das demais nos cinco tempos.

Tabela 6 Número médio de lagartas de *Spodoptera frugiperda* atraídas por cultivares de girassol, em diferentes intervalos de tempo (minutos) após a liberação, em teste sem chance de escolha. temperatura de 25%±3, umidade relativa de 70%±10 e fotoperíodo de 12 horas. Urutá (GO), 2020.

Cultivares	Tempo (minutos)									
	3		5		10		15		30	
Aguara 06	0,2±0,17	b	0,3±0,33	b	0,3±0,17	b	0,2±0,17	b	0,2±0,17	b
BRS 323	0,5±0,13	a	0,3±0,30	b	0,3±0,15	b	0,3±0,13	b	0,2±0,17	b
BRS 46	0,6±0,17	a	0,8±0,30	a	0,8±0,15	a	0,9±0,15	a	0,9±0,13	a
BRS 53	0,9±0,16	a	0,8±0,80	a	0,9±0,13	a	0,9±0,10	a	1,0±0,10	a
BRS 54	0,7±0,10	a	0,6±0,80	a	0,5±0,10	b	0,4±0,10	b	0,7±0,00	a
BRS 55	0,5±0,15	a	0,2±0,60	b	0,2±0,17	b	0,2±0,16	b	0,3±0,15	b
BRS 56	0,7±0,17	a	0,6±0,20	a	0,4±0,13	b	0,6±0,13	a	0,8±0,13	a

BRS 57	0,2±0,15	b	0,3±0,60	b	0,3±0,16	b	0,2±0,15	b	0,2±0,13	b
BRS 62	0,7±0,13	a	0,5±0,30	a	0,9±0,15	a	0,7±0,15	a	0,7±0,15	a
BRS 63	0,6±0,15	a	0,6±0,50	a	0,6±0,10	a	0,3±0,00	b	0,6±0,16	a
BRS 64	0,1±0,16	b	0,0±0,60	b	0,00±0,16	b	0,00±0,13	b	0,0±0,00	b
BRS 65	0,6±0,10	a	0,7±0,00	a	0,9±0,00	a	0,8±0,00	a	0,8±0,15	a
BRS 66	0,1±0,16	b	0,0±0,70	b	0,00±0,00	b	0,00±0,16	b	0,00±0,15	b
BRS 67	0,7±0,10	a	0,7±0,00	a	0,6±0,10	a	0,6±0,12	a	0,8±0,13	a
BRS 68	1,0±0,15	a	1,0±0,70	a	0,8±0,00	a	0,9±0,10	a	0,9±0,13	a
BRS 69	0,9±0,00	a	0,9±1,0	a	0,72±0,16	a	0,81±0,00	a	0,8±0,16	a
BRS 70	1,00±0,09	a	0,33±0,91	b	0,33±0,13	b	0,33±0,13	b	1,00±0,00	a
BRS 70	0,33 ±0,13	b	0,0±0,00	b	0,00±0,14	b	0,0±0,15	b	0,33±0,13	b
BRS 71	0,8±0,00	a	0,9±0,00	a	0,9±0,10	a	0,9±0,10	a	0,8±0,10	a
BRS 72	1,00±0,15	a	1,00±0,50	a	0,8±0,11	a	1,00±0,16	a	1,00±0,12	a
Helio	0,7±0,16	a	0,7±0,00	a	0,9±0,11	a	0,8±0,17	a	0,8±0,13	a
SYN 045	0,6±0,10	a	0,5±0,20	a	0,6±0,10	a	0,3±0,12	b	0,7±0,15	a
<i>p-valor</i>	3,78e ⁻⁰⁷ **		6,49e ⁻¹⁰ **		1,73e ⁻¹⁰ **		5,22e ⁻¹³ **		8,36e ⁻¹⁴ **	

Cultivares	Tempo (horas)									
	1		2		6		12		24	
Aguara 06	0,3±0,17	b	0,2±0,18	b	0,6±0,18	a	0,5±0,18	b	0,4±0,17	b
BRS 323	0,3±0,15	b	0,3±0,13	b	0,3±0,16	b	0,4±0,16	b	0,8±0,16	a
BRS 46	0,7±0,15	a	0,8±0,15	a	0,8±0,15	a	0,5±0,13	b	0,8 ±0,13	a
BRS 53	1,00±0,15	a	1,00±0,13	a	1,00±0,13	a	0,9±0,13	a	0,6±0,13	a
BRS 54	0,8±0,00	a	0,7±0,00	a	0,6±0,00	a	0,9±0,00	a	0,9±0,16	a
BRS 55	0,4±0,13	b	0,2±0,15	b	0,3±0,16	b	0,6±0,16	a	0,5±0,10	b
BRS 56	0,8±0,16	a	0,8±0,13	a	0,4±0,15	b	1,00 ±0,13	a	0,8±0,17	a
BRS 57	0,3±0,13	b	0,2±0,13	b	0,6±0,16	a	0,5±0,13	b	0,4±0,13	b
BRS 62	0,9±0,15	a	1,00±0,13	a	0,8±0,16	a	0,6 ±0,10	a	0,7±0,16	a
BRS 63	0,9±0,10	a	0,8±0,00	a	0,6±0,13	a	0,8±0,12	a	0,8±0,15	a
BRS 64	0,00±0,10	b	0,0 ±0,00	b	0,2±0,16	b	0,2±0,00	b	0,7 ±0,16	a
BRS 65	0,9±0,00	a	0,9±0,10	a	0,9±0,16	a	0,7±0,18	a	0,4 ±0,16	b
BRS 66	0,00±0,10	b	0,0±0,15	b	0,00±0,13	b	0,4±0,15	b	0,4±0,16	b
BRS 67	0,6±0,00	a	0,7±0,09	a	0,9±0,10	a	0,5±0,10	b	0,8±0,15	a
BRS 68	0,9±0,16	a	1,00±0,10	a	0,9±0,00	a	0,8±0,13	a	0,7±0,13	a
BRS 69	0,81±0,10	a	0,9±0,13	a	0,81±0,10	a	0,72±0,16	a	0,63±0,15	a
BRS 70	1,0±0,12	a	1,0±0,10	a	1,00±0,12	a	0,44 ±0,13	b	1,00±0,17	a
BRS 70	0,33±0,11	b	0,4±0,10	b	0,55±0,15	a	0,00±0,12	b	0,33±0,12	b
BRS 71	1,8±0,10	a	0,8±0,13	a	0,7±0,16	a	0,7±0,00	a	0,8±0,15	a
BRS 72	0,8±0,15	a	1,00±0,13	a	1,00±0,10	a	0,88 ±0,00	a	0,66±0,13	a
Helio	0,9±0,00	a	0,9±0,10	a	0,9±0,00	a	0,7±0,15	a	0,3±0,10	b
SYN 045	1,00±0,10	a	0,8±0,00	a	0,6±0,10	a	0,8±0,16	a	0,8±0,17	a
<i>p-valor</i>	0, 0006**		2,2e ⁻¹⁶ **		5,47e ⁻⁰⁸ **		0,007**		0,064 *	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para análise * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

Os cultivares BRS 53, BRS 54, BRS 62, BRS 63, BRS 68, BRS 69, BRS 71, BRS 72 E SYN 045 apresentaram as maiores médias de lagarta por planta entre os tempos 1 hora a 24 horas. O cultivar BRS 67, que obteve o maior índice de atratividade no teste

com chance de escolha, também se destacou no teste sem chance de escolha, mas apresentou uma redução no tempo 12h. Já o cultivar BRS 66 se destacou como o mais repelente com baixa média de número de lagartas por disco foliar nos dez tempos (3 a 30 minutos e 1 a 24h).

Na avaliação após 24 horas do início do experimento, os cultivares Aguara 06, BRS 55, BRS 57, BRS 65, BRS 66, BRS 70 E HELIO 251 apresentaram as menores médias no teste de atratividade, com um dos menores consumos mostrando ser repelente a *S. frugiperda*. O mecanismo de não-preferência pode estar ligado a alguma diferença bioquímica entre genótipos resistentes e susceptíveis, que contribui para uma resposta diferenciada na alimentação. Ao estudarem os mecanismos de antibiose e antixenose em cultivares de milho, Viana e Potenza (2000) afirmam que há um efeito da planta hospedeira no comportamento do inseto que difere da adequação de cada genótipo ao balanço nutricional da lagarta.

A atratividade e preferência alimentar encontrada para alguns cultivares por lagartas *S. frugiperda* podem estar relacionados com os fatores físicos e nutricionais das cultivares. Yang et al. (1993) relataram que lipídios cuticulares são negativamente correlacionados com a infestação de lagartas *S. frugiperda* em cultivares de milho. Os autores observaram que as lagartas se desenvolveram mais rapidamente e tiveram maior peso quando alimentadas com dieta contendo extrato de folhas em que os lipídios haviam sido retirados, em relação aquelas em que estavam presentes. No entanto, quando as lagartas foram alimentadas com dieta contendo os componentes isoladamente, não houve inibição no crescimento, indicando que a ação dos lipídios cuticulares pode estar associada a outros componentes, agindo de maneira vinculada.

A utilização do método de agrupamento UPGMA possibilitou agrupar as 21 cultivares em três grupos distintos, com base nos diferentes níveis de resistência à *S. frugiperda* com base na atratividade (Figura 2). Os grupos de 1 a 3 apresentam 1, 15 e 5 cultivares, respectivamente. O primeiro grupo é formado pelo cultivar BRS 67, com maior atratividade e considerada altamente susceptível. O segundo grupo formado pelos cultivares HELIO, BRS 72, BRS 53, BRS 54, Aguara 06, SYN 045, BRS 70, BRS 68, BRS 55, BRS 63, BRS 46, BRS 57, BRS 66, BRS 323, BRS 56, considerado moderadamente susceptível; e o terceiro grupo considerado moderadamente resistente, formado pelos cultivares BRS 65, BRS 71, BRS 62, BRS 69, BRS 70 E BRS 64.

A formação destes grupos é importante na quantificação da dissimilaridade entre os diferentes cultivares. Genótipos reunidos no mesmo grupo indicam que compartilham

características semelhantes, e podem servir de subsídio para seleção de fontes de resistência em programas de melhoramento genético.

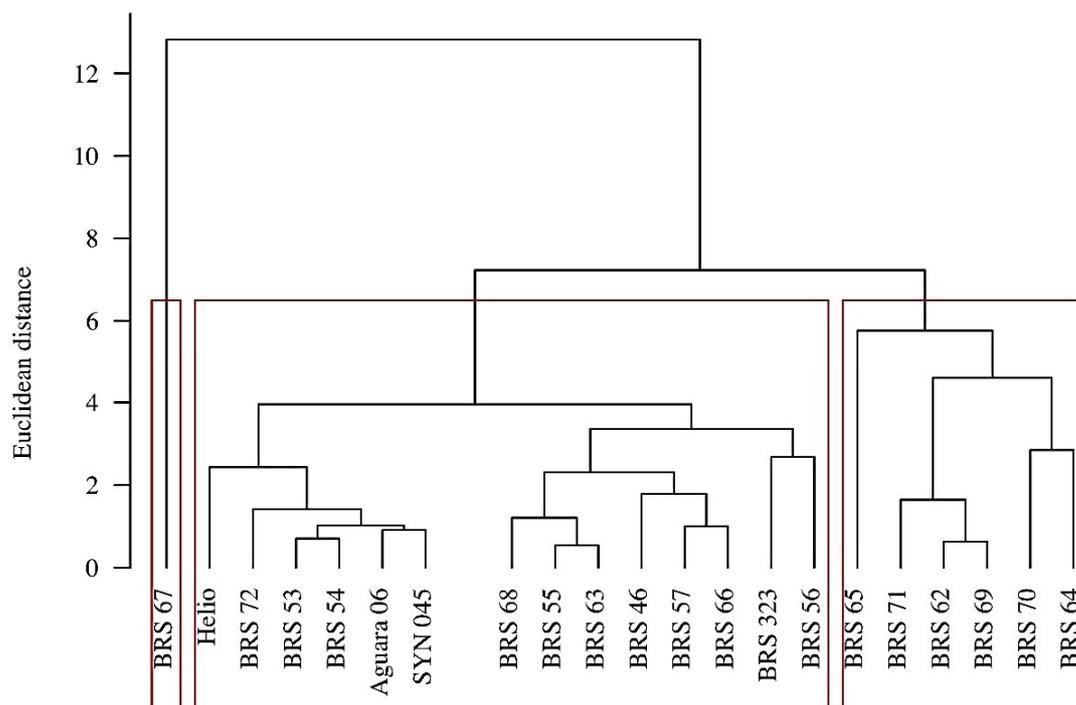


Figura 2. Dendrograma baseado em variáveis biológicas de lagartas de *S. frugiperda* nos diferentes cultivares de girassol. A análise de agrupamento hierárquico foi realizada utilizando o método Ward com a distância Euclidiana com a medida de dissimilaridade. Urutaí (GO), 2020.

Em estudos com *H. virescens*, a análise de agrupamento hierárquico também mostrou diferença entre os cultivares de soja, separando os grupos de acordo com o grau de semelhança para níveis de resistência, com base na distância Euclidiana, utilizando o método de Ward (ALMEIDA, 2015). O autor identificou por meio do dendrograma a formação de quatro grupos, classificando os cultivares em susceptíveis, resistentes e moderadamente resistentes.

5.4 CONCLUSÕES

A partir da análise de não-preferência alimentar, conclui-se que os cultivares de girassol apresentam características que propiciam o desenvolvimento e atratividade de *S. frugiperda*, sendo desta maneira necessário adotar medidas de MIP a fim de reduzir os danos que o inseto pode causar. As cultivares BRS 53, BRS 54, BRS 62, BRS 63, BRS

68, BRS 69, BRS 71, BRS 72 E SYN 045 se destacaram por apresentar maior número médio de lagartas por disco foliar na maioria dos tempos estudados, sendo assim considerados susceptíveis. Enquanto o genótipo BRS 66 se destacou como a mais repelente com baixa média de número de lagartas apresentando resistência do tipo antixenose.

A atratividade e preferência alimentar encontrada para algumas cultivares por lagartas *S. frugiperda* podem estar relacionados com os fatores físicos e nutricionais das cultivares. A análise de agrupamento foi eficiente em separar os cultivares de acordo com o grau de semelhança para os níveis de resistência. Dessa maneira, os cultivares resistentes podem ser usados como fontes doadoras em programa de melhoramento que vise a resistência a insetos ou usados diretamente pelos agricultores como um componente do manejo integrado de pragas na cultura do girassol

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. C. S. **Resistência de variedades de soja à *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2015. 56 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Goiás, Ipameri, 2015.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; CAMPOS, Z. R.; CAMPOS, A. R.; VALÉRIO FILHO, W. V.; CAMPOS, O. R. *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton: vertical distribution of egg masses, effects of adult density and plant age on oviposition behavior. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 4, p. 424-429, 2013.
- 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. D. C. C.; FRAGA, D. F.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em entomologia agrícola – VII**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2014. p. 291-308.
- BUSATO, G. R.; GRUTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; MARTINS, A.F. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 525-529, 2002.
- FUGI, C. G. Q.; LOURENÇÃO, A. L.; PARRA, J. R. P. Biology of *Anticarsia gemmatalis* on soybean genotypes with different degrees of resistance to insects. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 31-35, 2005.
- GOULD, K. S. Nature's Swiss Army knife: the diverse protective roles of anthocyanins in leaves. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, v. 5, p. 314–320, 2004.
- LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO, C. Girassol: uma opção para a diversificação no sistema de rotação e produção de biocombustíveis. **Revista Plantio Direto**, n. 93, 2006.
- OLIVEIRA, C. E. D. S., SILVA, C. S., ZOZ, T., ZOZ, A., ANDRADE, A. D. F., & WITT, T. W. Preferência alimentar de *Spodoptera frugiperda* em diferentes genótipos de sorgo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, 2019.
- 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. 1, p. 108-115, 2009.
- SANTOS, L. M.; REDAELLI, L. R.; DIEFENBACH, L. M. G.; EFROM, C. F. S. Fertilidade e longevidade de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 345-350, 2004.

SILVA, J. P. G. F.; BALDIN, E. L. L.; CANASSA, V. F.; SOUZA, E. S.; LOURENÇÃO, A. L. Assessing antixenosis of soybean entries against *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae). **Arthropod-Plant Interactions**, v. 8, p. 349-359, 2014.

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

SOUZA, B. H. S.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; JANINI, J. C.; SILVA, A. G.; RODRIGUES, N. E. L. Feeding of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean genotypes. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 38, p. 215-223, 2012.

SOUZA, B. H. S.; SILVA, A. G.; JANINI, J. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Antibiosios in soybean genotypes and the resistance levels to *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 43, n. 6, p. 582- 587, 2014.

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição dos insetos: bases para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 1055-1105.

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

YANG, G.; WISEMAN, B. R.; ISENHOUR, D. J.; SPELIE, K. E. Chemical and ultrastructural analysis of corn cuticular lipids and their effect on feeding by fall armyworm larvae. **Jornal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 9, p. 2055- 2074, 1993.