

Artigo de revisão

Camila Campêlo de Sousa¹
Marcones Ferreira Costa²

Melhoramento de soja visando resistência à *Helicoverpa armigera*: uma revisão e perspectivas futuras

Soybean breeding aiming at resistance to *Helicoverpa armigera*: a review and future prospects

A B S T R A C T

Soybean (*Glycine max* L.) is one of the most important agricultural products for Brazil, in addition, it is a rich source of protein and oil for human nutrition. The productivity of soybean plants can be severely impaired by the insect *Helicoverpa armigera*, which was officially detected in Brazil during the 2012/2013 harvest. The main management strategy for this pest is chemical control and Bt plants. However, less aggressive methods must be incorporated for sustainable management, such as obtaining resistant genotypes. In this sense, the present work consists of a bibliographic research on the studies of genetic improvement of soy that aim at obtaining genotypes resistant to *H. armigera*. For that, national and international articles that addressed the theme were selected. According to the data obtained, the cultivars BP, M4, Sahar, JK, L17, Gorgan3, PI 227687, PI 274453, PI 274454, PI 229358, PI 171451, IAC 17 and IAC 19 are resistant to *H. armigera* and may be incorporated into Brazilian breeding programs. In general, it is believed that this research will serve as reference material to support researchers in conducting future studies aimed at improving soybeans.

R E S U M O

A soja (*Glycine max* L.) é um dos produtos agrícolas mais importantes para o Brasil, além disso, é uma rica fonte de proteína e óleo para nutrição humana. A produtividade das plantas de soja pode ser severamente prejudicada pelo inseto *Helicoverpa armigera*, que foi oficialmente detectado, no Brasil, durante a safra 2012/2013. A principal estratégia de gerenciamento para essa praga é o controle químico e plantas Bt. No entanto, métodos menos agressivos devem ser incorporados para o manejo sustentável, como a obtenção de genótipos resistentes. Nesse sentido, o presente trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica sobre os estudos de melhoramento genético de soja que visem à obtenção de genótipos resistentes à *H. armigera*. Para tanto, foram selecionados artigos nacionais e internacionais que abordassem o tema. Conforme os dados obtidos, as cultivares BP, M4, Sahar, JK, L17, Gorgan3, PI 227687, PI 274453, PI 274454, PI 229358, PI 171451, IAC 17 e IAC 19 apresentam resistência à *H. armigera* e poderão ser incorporadas aos programas de melhoramento brasileiro. De modo geral, acredita-se que esta pesquisa servirá como material de referência para apoiar pesquisadores na condução de estudos futuros que visem ao melhoramento de soja.

¹. Universidade Federal do Maranhão

². Universidade Federal do Piauí

KEYWORDS

Glycine max. Resistant genotypes. Pest management.

PALAVRAS-CHAVE

Glycine max. Genótipos resistentes. Manejo de pragas.

AUTOR CORRESPONDENTE:

Marcones Ferreira Costa²

<marconescosta@ufpi.edu>

Universidade Federal do Piauí, Campus Amílcar Ferreira Sobral, BR-343, KM 3,5 - Meladão, CEP: 64808-605, Floriano - PI, Brasil.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) teve sua origem na China e o primeiro plantio experimental, no Brasil, ocorreu no século XIX, na Bahia. Somente após 1960, a cultura passou a adquirir importância econômica para o país, sendo cultivada inicialmente na região Sul e, a partir da identificação de cultivares insensíveis ao fotoperíodo, começou a se expandir pelo Brasil (SIGRIST, 2012). A soja é uma excelente fonte proteica, utilizada tanto para alimentação humana quanto animal (KIM et al. 2014). Além de ser matéria-prima para a produção de óleo vegetal, adubação verde e para produção de plásticos e biodiesel (QIU et al., 2011).

Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura- FAO (2018) apontaram uma produção mundial de 348.712.311 toneladas, em uma área cultivada de 124.921.956 hectares, apresentando uma produtividade média de 27.914 Kg/Ha. Segundo o boletim divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (2020), a safra 2019/20 indicou um crescimento de 2,7%, na área plantada da soja, em relação à safra passada, saindo de 35.874 mil hectares para 36.847,6 mil hectares, na atual. Mesmo considerando a pandemia do Coronavírus, a produção brasileira, na safra, deverá atingir 122.060,2 mil toneladas, representando aumento de 6,1% em relação à safra anterior (CONAB, 2020).

Para assegurar a produtividade da cultura e aumentar os rendimentos do país com o comércio interno e exportação da soja, é necessário agregar valores ao produto, tornando-o assim mais competitivo em âmbito mundial. Os estresses bióticos têm sido objeto de grande preocupação no agronegócio da soja, uma vez que o ataque dos patógenos tem acarretado redução de produtividade nas principais regiões produtoras (OLIVEIRA et al., 2014; WILLE et al., 2017). No Brasil, a safra sofreu grandes perdas em virtude da ocorrência da praga, *Helicoverpa armigera*, que atacou tanto as folhas quanto as vagens da soja (TAY et al., 2013). Até a safra 2012/2013, *H. armigera* era considerada uma praga inexistente no Brasil e foi identificada pela primeira vez na região de Goiás (SPECHT et al., 2013; TAY et al., 2013), entretanto uma possível introdução foi documentada em 2008. (SOSA-GÓMEZ et al., 2016)

Há relatos de resistência da *H. armigera* em múltiplos grupos de inseticidas em vários países (WU et al., 2007; AVILLA e GONZÁLEZ-ZAMORA, 2010; CARNEIRO et al., 2014). Além disso, o uso inadequado de inseticida pode causar efeitos indesejáveis em organismos não alvo e promover surtos de pragas (FATHIPOUR e SEDARATIAN, 2013).

A complexidade do problema a ser enfrentado, caso populações da praga sejam selecionadas para resistência aos inseticidas e proliferem-se rapidamente no país; exige medidas emergenciais, uma vez que a praga ainda é pouco estudada e não se tem disponíveis no mercado cultivares resistentes específicas, apesar de que os transgênicos Bt apresentam uma certa resistência à lagarta (THOMAZONI et al., 2013; DOWNES et al., 2017; LIMIN et al., 2018).

Diante deste contexto, o objetivo desta revisão é coletar e apresentar informações que auxiliem o desenvolvimento e a recomendação de cultivares de soja com alta produção e resistentes à *H. armigera*.

DESENVOLVIMENTO

Para a realização desta revisão científica foram pesquisados e analisados artigos nacionais e internacionais, a partir de bases de dados: Google Scholar, PubMed e Scielo, empregando-se como palavras-chave: *Helicoverpa armigera*, *Glycine max* e Soybean. Não houve recorte temporal, sendo computados todos os artigos científicos publicados ou indexados, nas referidas bases de dados, que apresentavam estas palavras-chave no título e/ou resumo. Artigos que apresentaram duplicidade foram excluídos.

Os estresses bióticos têm sido objeto de grande preocupação no agronegócio da soja, uma vez que o ataque dos patógenos acarreta perdas na produtividade (HARTMAN et al., 2015). Entre os estresses bióticos, destacam-se o ataque de insetos (principalmente percevejos e lagartas), que embora tenham sua população reduzida por predadores, parasitoides e doenças, em condições ambientais favoráveis, prejudicam significativamente a cultura, em todas as etapas do ciclo (EMBRAPA SOJA, 2013).

Entre o complexo de lagartas que atacam a soja, encontra-se: lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*), falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), lagarta das vagens (gênero *Spodoptera*) e lagarta-da-maçã-do-algodoeiro (gêneros *Heliothis* e *Helicoverpa*).

A lagarta da soja é o principal desfolhador da cultura. Encontrada em todo o país, medem de 3 a 9 mm e possuem coloração verde, porém, em altas densidades populacionais, apresentam coloração escura, mantendo as estrias brancas. Essas lagartas empupam no solo e a fase de pupa dura de 9 a 10 dias, quando emergem mariposas (GÓMEZ et al., 2018).

A lagarta falsa-medideira apresenta coloração verde-clara, com algumas linhas longitudinais esbranquiçadas no dorso. Seu ciclo pode durar até 15 dias e, durante esse período, pode consumir até 120 cm² de folhas de soja. A fase de pupa é de cor verde e a mariposa é marrom, com manchas pardas em cada par de asas. As lagartas dessa espécie consomem parênquima foliar, causando sérios danos, sendo de difícil controle (SOUZA et al., 2019).

As lagartas do gênero *Spodoptera* podem atingir até 50 mm de comprimento, apresentam cor variando de cinza-escura à castanho, com três listras longitudinais alaranjadas. Alimentam-se principalmente de vagens e grãos, mas pode exercer ação desfolhadora (SOSA-GÓMEZ et al., 2006; RAMAIAH et al., 2020).

A lagarta-da-maçã-do-algodoeiro (*Heliothis virescens*) tem coloração que varia de verde-amarelada a marrom-avermelhada e possui listras pálidas longitudinais ao corpo e pequenos pontos escuros em todos os segmentos do corpo. Em geral, consomem vagens, mas podem também se alimentar de folhas, flores e sementes (VITERI et al., 2019).

A espécie *H. armigera* (Hübner, 1808), conhecida como lagarta do algodão, possui a seguinte sinonímia *Heliothis armigera*, *Chloridea armigera*, *Heliothis obsoleta*, *Chloridea obsoleta*, *Helicoverpa obsoleta*, *Auctorium*, *Heliothis fusca Cockerell*, *Heliothis rama* e *Noctua armigera* Hübner. A espécie pertence ao gênero *Helicoverpa*, família Noctuidae, ordem Lepidoptera e classe Insecta (LAMMERS e MACLEAOD, 2007; CUNNINGHAM e ZALUCKI, 2014). Embora a linha de tempo exata da chegada de *H. armigera* ao continente sul-americano seja desconhecida, uma análise populacional de

mariposas *Helicoverpa* do estado de Mato Grosso em 2006 não detectou a sua presença, sugerindo que a chegada dessa espécie, no Brasil, pode ter ocorrido após 2006 (STACKE et al. 2018; JONES et al., 2019).

A ocorrência de lagartas do gênero *Helicoverpa*, na região do Cerrado, foi observada no Brasil, a partir da safra 2012/2013, em níveis populacionais nunca antes registrados, causando sérios prejuízos econômicos, principalmente nas culturas de algodão, soja e milho (TAY et al., 2013; JONES et al., 2019; COELHO et al., 2020). Além dessas culturas, foram identificados surtos da praga em tomate, feijão comum, caupi, milheto e sorgo. No país, há também relatos de ataques em pimentão, café e citros, dentre outras plantas (EMBRAPA SOJA, 2013).

A Embrapa considera que o crescimento populacional de lagartas do gênero *Helicoverpa* e consequentes prejuízos aos sistemas de produção foram ocasionados por um processo cumulativo de práticas de cultivo inadequadas, caracterizadas pelo plantio sucessivo de espécies vegetais hospedeiras (milho, soja e algodão), em áreas muito extensas e contíguas, associadas a um manejo inapropriado dos agrotóxicos. Isso tornou o agroecossistema progressivamente suscetível à doenças e aos insetos-praga, devido à falta de disponibilidade de alimentos, de sítios de reprodução e de abrigo, durante quase todo o ano, além da eliminação de seus agentes naturais de mortalidade.

Entre as principais medidas de contenção que vêm sendo recomendadas pela Embrapa Soja para o controle emergencial de *H. armigera*, encontram-se: a) monitorar semanalmente a lavoura com pano-de-batida; b) aplicar inseticidas apenas quando a população de pragas atingir o nível de ação recomendado e usar apenas os inseticidas legalmente recomendados para controle da praga; c) preferir utilizar inseticidas seletivos como vírus, bactérias e os inseticidas “fisiológicos” antes de utilizar outra opção mais agressiva; d) rotacionar inseticidas com diferentes modos de ação a cada aplicação que for necessária para reduzir a seleção de insetos resistentes e aplicar inseticidas utilizando uma boa tecnologia de aplicação (boas condições climáticas, pressão, volume, bico adequados).

De acordo Czepak e outros (2013), o ataque torna-se mais preocupante na fase reprodutiva da soja, uma vez que a *H. armigera* é uma espécie de lagarta polífaga, que possui alta capacidade de dispersão e adaptação a diferentes cultivos, atacando principalmente as estruturas reprodutivas das plantas (JONES et al., 2019). É extremamente agressiva e costuma estar posicionada nas flores e vagens da soja e multiplica-se muito rapidamente (ROGERS e BRIER, 2010. MÚMURA et al., 2014). Em condições de campo, é praticamente impossível identificá-la, pois possui aspecto externamente semelhante à *Helicoverpa gelatopoeon*, sendo a confirmação realizada, apenas, com exames laboratoriais.

A identificação laboratorial da *H. armigera* é complexa e requer conhecimentos muito específicos de suas estruturas reprodutivas. Em amostras originárias de lavours de soja, milho e algodão, nas safras 2012/2013, nos estados da Bahia, Paraná, Mato Grosso e Distrito Federal, a Embrapa identificou a espécie, com base na genitália masculina e análise molecular de adultos, classificando-a como espécie quarentenária A1 (Protocolo de Notificação da Embrapa ao MAPA N° 70570.000355/2013-2).

Lima e outros (2006) realizaram a caracterização molecular por meio de marcadores RAPD, a partir da extração de DNA de larvas de *H. armigera*, provenientes de Burkina Faso e detectaram uma enorme variabilidade genética dentro da espécie, o que requer que os melhoristas visem à obtenção de resistência horizontal para o combate da praga.

Em um estudo para identificação morfológica e molecular das raças de *H. armigera*, presentes nas áreas de cultivo brasileiras, Spech e outros (2013) constataram que as estruturas morfológicas mais importantes para identificar *H. armigera* foram o formato da base do oitavo urosternito e a presença de um lobo simples na base e, molecularmente, as sequências de *cox1* corresponderam às posições 1502 a 2116 do genoma mitocondrial completo de *H. armigera* (acesso GU188273.1) presente no GenBank. Já as sequências do citocromo *b* corresponderam às posições 10491 a 11378, às da região *cox1-tRNA^{Leu}-u-cox2* e às posições 2788 a 3358.

A seleção de genótipos com caracteres relacionados à tolerância a estresses bióticos têm sido objeto de interesse em programas de melhoramento, principalmente, em virtude da ineficiência da seleção para caracteres quantitativos, em condições adversas e em virtude da alta vulnerabilidade, para esses caracteres que incorrem as grandes culturas. Além disso, o uso de cultivares resistentes é o meio mais econômico e sustentável de combate a doenças (SMITH; CLEMENT, 2012; CANASSA et al., 2017).

Segundo Michereff (2001), três etapas básicas devem ser consideradas em qualquer programa de obtenção e utilização de variedades resistentes: 1) Identificar fontes de resistência, ou seja, identificar no germoplasma genótipos, que possuam genes de resistência; 2) Incorporar esses genes em cultivares comerciais por meio dos métodos de melhoramento e 3) Após a obtenção de um cultivar resistente, traçar a melhor estratégia para que a resistência seja durável face à natureza dinâmica das populações patogênicas.

O primeiro passo para o melhoramento visando à resistência é buscar suas fontes para incorporar dentro do programa. A melhor fonte de resistência é aquela que advém de materiais comerciais, uma vez que esses já detêm uma grande produtividade, além de já serem adaptados; mas caso não seja encontrada nas cultivares disponíveis, o melhorista pode buscar essa fonte em materiais crioulos ou em germoplasma selvagem (disponível em bancos de germoplasma e centros de origem). Vale ressaltar, que caso a segunda opção seja a escolhida, será necessário um maior número de ciclos seletivos para obtenção do genótipo desejável.

Encontrada a fonte de variabilidade, é necessário incorporá-la a um material produtivo e adaptado. O método mais simples é o do retrocruzamento, no qual se usa a variedade resistente como doadora e faz-se repetidos cruzamentos com a variável susceptível, mas que possui boas características agronômicas. Com esses repetidos cruzamentos, visa-se restaurar o genótipo recorrente, exceto para aquele gene de resistência à doença.

Rogers e Brier (2010) avaliaram a relação entre a densidade da lagarta e reduções de produtividade na cultura, infestando plantas de soja (estágio V3 a V6) com ovos e larvas de *H. armigera* e detectaram que o limite

máximo da HIE (equivalência de injúria da *Helicoverpa*, em que 1 HIE corresponde ao consumo da larva desde o início da infestação até a fase de pupa) sem ocorrer perda na produtividade é de 7,3 HIE/metro linear; acima disso, iniciam-se as perdas. A desfolhação chegou até 28%, em que a destruição das folhas pelas lagartas iniciava-se a partir da emissão do segundo trifólio.

Naseri e outros (2009) estudaram o ciclo de vida e fecundidade da praga em diferentes variedades de soja, concluindo que dois fatores principais determinam a susceptibilidade de variedades de soja à lagarta, a saber: tempo de desenvolvimento e fecundidade (número de ovos) de *H. armigera*. O experimento foi realizado em campo, com 13 cultivares de soja, nas quais as larvas foram criadas nas vagens. Os autores construíram um dendrograma com base nas análises dos parâmetros biológicos. Foram obtidos 3 grupos, o grupo A foi considerado susceptível à lagarta (pois foram as cultivares que apresentaram a menor mortalidade de larvas); o grupo B foi considerado resistente, pois as mariposas apresentaram menor fecundidade, maior mortalidade e um maior período de desenvolvimento; enquanto o grupo C foi alocado com cultivares intermediárias entre os grupos A e B.

Naseri e outros (2010a) avaliaram 13 cultivares de soja (356, M4, M7, M9, Clark, Sahar, JK, BP, Williams, L17, Zane, Gorgan3 e DPX) quanto aos índices nutricionais e aos índices de consumo da *H. armigera* e identificaram que as cultivares M4, Sahar e JK eram parcialmente resistentes à lagarta. As cultivares resistentes são consideradas hospedeiras insatisfatórias (menos nutritivas) para as lagartas devido à presença de alguns fitoquímicos secundários destas variedades que atuam com efeito antixenótico pela ausência de nutrientes primários essenciais para o desenvolvimento da lagarta.

Solemanjad e outros (2010) avaliaram o potencial de resistência de 10 cultivares de soja sob diferentes índices demográficos (tempo de desenvolvimento e taxa de reprodução) e nutricionais (eficiência de conversão de alimentos, índices de consumo e ganho de peso) de *H. armigera* alimentadas com as diferentes cultivares e observaram que as cultivares Sahar, L17, Gorgan3 e M4 apresentam resistência do tipo antibiose, pois as lagartas alimentadas com essas variedades apresentaram uma menor taxa de crescimento e menor sobrevivência.

Em outro estudo, Naseri e outros (2010b) avaliaram as atividades digestivas da lagarta alimentadas com folhas e vagens de diferentes cultivares de soja, observando que as cultivares Sahar e L17, devido à presença de alguns inibidores da protease de serina que resultam em hiperprodução de quimi tripsina, possuíam resistência parcial à *H. armigera*, sendo, portanto, incorporadas aos programas de melhoramento visando à resistência à lagarta.

Coelho e outros (2020) categorizaram a resistência (antixenose e antibiose) de 22 genótipos de soja em *H. armigera* em ambiente de laboratório. Os genótipos PI 227687, PI 274453, PI 274454, PI 229358, PI 171451, IAC 17 e IAC 19 expressaram resistência contra *H. armigera*. Cada genótipo reduziu a sobrevivência larval. Os genótipos PI 229358, PI 227687, PI 274453 e PI 274454 expressaram resistência, prolongando o desenvolvimento larval e reduzindo o peso das larvas. IAC 19 reduziu o consumo de folhas e o peso das larvas. A antixenose foi encontrada nos genótipos PI 227687, PI 274454 e IAC 19.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude da *H. armigera* ser uma praga de recente introdução no Brasil, até que sejam obtidas cultivares resistentes e adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, devem ser praticadas as medidas emergenciais recomendadas pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para controle e prevenção da disseminação da lagarta.

Como táticas de controle, recomenda-se: a utilização de armadilhas iscadas com feromônio sexual da praga, utilização de materiais resistentes, Bt ou convencionais, destruição de restos da cultura, liberação de inimigos naturais e o uso de inseticidas seletivos, visando à manutenção dos inimigos naturais nas áreas agrícolas, sendo de fundamental importância a rotação dos mecanismos de ação dos produtos, para reduzir a pressão de seleção dos ingredientes ativos, haja vista a facilidade com que a praga pode desenvolver resistência. Outra estratégia de controle é o manejo integrado de pragas, o qual consiste de tomadas de decisão com base no nível de ataque, no número, no tamanho dos insetos-pragas e no estágio de desenvolvimento da soja.

Para fins de melhoramento, as cultivares BP, M4, Sahar, JK, L17, Gorgan3, PI 227687, PI 274453, PI 274454, PI 229358, PI 171451, IAC 17 e IAC 19 apresentaram resistência à *H. armigera* e poderão ser incorporadas aos programas de melhoramento brasileiro via cruzamentos e/ou retrocruzamentos com cultivares brasileiras. No entanto, serão necessários estudos de herança acerca dos genes que conferem resistência, para que os melhoristas possam traçar as melhores estratégias.

REFERÊNCIAS

- AVILLA, C.; GONZÁLEZ-ZAMORA, J.E. Monitoring resistance of *Helicoverpa armigera* to different insecticides used in cotton in Spain. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 100-103, 2010.
- CANASSA, V. F. et al. Resistance to *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean genotypes of different maturity groups. **Bragantia**, v. 76, n. 2, p. 257-265, 2017.
- CARNEIRO, E. et al. Evaluation of insecticides targeting control of *Helicoverpa armigera* (Hubner)(Lepidoptera: Noctuidae). **American Journal of Plant Sciences**, v. 2014, 2014.
- COELHO, M. et al. Assessing Soybean Genotypes for Resistance to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 1, p. 471-481, 2020.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7, n. 7, Brasília: CONAB, 2020.
- CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P. Understanding heliothine (Lepidoptera: Heliothinae) pests: what is a host plant?. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 3, p. 881-896, 2014.

- CZEPAK, C. et al. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.
- EMBRAPA SOJA. *Helicoverpa armigera*: ações de prevenção e manejo. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/helicoverpa/index.html>>. Acesso em: 20/09/13.
- EMBRAPA SOJA. **Sistemas de produção**: tecnologias de produção de soja - região central do Brasil 2011. Londrina: Embrapa Cerrados, 2010.
- DOWNES, S. et al. A perspective on management of *Helicoverpa armigera*: transgenic Bt cotton, IPM, and landscapes. **Pest Management Science**, v. 73, n. 3, p. 485-492, 2017.
- FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso em: 21 de abril de 2020.
- FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. **Soybean-Pest Resistance. InTech, Rijeka, Croatia**, p. 231-280, 2013.
- GÓMEZ, J.D. et al. Broad range flavonoid profiling by LC/MS of soybean genotypes contrasting for resistance to *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae). **PLoS one**, v. 13, n. 10, 2018.
- HARTMAN, G. L. et al. **Compendium of soybean diseases and pests**. St. Paul, MN: American Phytopathological Society, 2015.
- JONES, C. M. et al. Movement ecology of pest *Helicoverpa*: implications for ongoing spread. **Annual review of entomology**, v. 64, p. 277-295, 2019.
- KIM, H. et al. Constitution of resistance to common cutworm in terms of antibiosis and antixenosis in soybean RIL populations. **Euphytica**, v. 196, n. 1, p. 137-154, 2014.
- LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. **Report of a pest risk analysis *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808)**. Agricultural, nature and food quality, 2007.
- LIMA, L. H. C.; QUEIROZ, P. R.; OLIVEIRA, M. R. V. **Caracterização por meio de RAPD de *Helicoverpa armigera* proveniente de Burkina Faso**. Embrapa: Comunicado Técnico 143, 2006.
- LIMIN, L. Ü. et al. Efficiency of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hübner) control of different Bt cotton varieties in North China. **Journal of Cotton Research**, v. 1, n. 1, p. 4, 2018.
- MURÚA, M. G. et al. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 854-856, 2014.
- NASERI, B. et al. Comparative life history and fecundity of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean varieties. **Entomological Science**, v. 12, n. 2, p. 147-154, 2009.
- NASERI, B. et al. Nutritional indices of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, on 13 soybean varieties. **Journal of Insect Science**, v. 10, 2010a.
- NASERI, B. et al. Digestive proteolytic and amylolytic activities of *Helicoverpa armigera* in response to feeding on different soybean cultivars. **Pest Management Science**, v. 66, p. 1316-1323, 2010b.
- OLIVEIRA, C. M. et al. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v. 56, p. 50-54, 2014.
- QIU, L. et al. The worldwide utilization of the Chinese soybean germplasm collection. **Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization**, v. 9, n. 1, p. 109-122, 2011.
- RAMAIAH, M. et al. Geometrics of growth in four species of *Spodoptera*. **Indian Journal of Entomology**, v. 82, n. 1, p. 61-63, 2020.
- ROGERS, D. J.; BRIER, H. B. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on vegetative soybean. **Crop Protection**, v. 29, p. 39-46, 2010.
- SIGRIST, M. S. **Mapeamento associativo de locos relacionados à produtividade de grãos em soja**. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2012.
- SMITH, C. M.; CLEMENT, S. L. Molecular bases of plant resistance to arthropods. **Annual review of entomology**, v. 57, p. 309-328, 2012.
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; BUENO, A. F.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa, 2006.
- SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Linha do tempo e distribuição geográfica de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae: Heliothinae) no Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 1, p. 101-104, 2016.
- SOUZA, L. A. et al. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE OVOS DE *Chrysodeixis includens* (WALKER, 1858) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA DE SOJA. **Revista Ciência Agrícola**, v. 17, n. 2, p. 51-57, 2019.

SPECHT, A.; et al. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.48, n.6, p.689-692, 2013.

STACKE, R. F. et al. Damage assessment of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean reproductive stages. **Crop Protection**, v. 112, p. 10-17, 2018.

TAY, W. T. et al. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Plos one**, v. 8, n. 11, 2013.

THOMAZONI, D. et al. *Helicoverpa armigera*: perigo iminente aos cultivos de algodão, soja e milho do estado de Mato Grosso. **Instituto mato-grossense do algodão** (Nota Técnica), 2013.

WILLE, P. E. et al. Natural resistance of soybean cultivars to the soybean looper larva *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 1, p. 18-25, 2017.

VITERI, D. M. et al. Efficacy of biological control agents, synthetic insecticides, and their combinations to control tobacco budworm [*Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae)] in pigeon pea. **Crop Protection**, v. 122, p. 175-179, 2019.

WU, K. Monitoring and management strategy for *Helicoverpa armigera* resistance to Bt cotton in China. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 95, n. 3, p. 220-223, 2007.