

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

COMPORTAMENTO E DANOS DE LAGARTAS
***Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera:**
Noctuidae) NA SOJA *Glycine max* (L.) Merrill

ANA MARIA NASCIMENTO SCOTON

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2022

COMPORTAMENTO E DANOS DE LAGARTAS *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) NA SOJA *Glycine max* (L.) Merrill

ANA MARIA NASCIMENTO SCOTON
Engenheira Agrônoma

Orientador: PROF. DR. PAULO EDUARDO DEGRANDE

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S424c	<p>Scoton, Ana Maria Nascimento.</p> <p>Comportamento e danos de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na soja <i>Glycine max</i> (L.) Merrill . / Ana Maria Nascimento Scoton. – Dourados, MS : UFGD, 2022.</p> <p>Orientador: Prof. Paulo Eduardo Degrande. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Dano econômico. 2. Interação inseto-planta. 3. Dinâmica temporal. 4. Densidade populacional. 5. Consumo. I. Título.</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

COMPORTAMENTO E DANOS DE LAGARTAS *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) NA SOJA *Glycine max* (L.) Merrill

por

ANA MARIA NASCIMENTO SCOTON

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA.

Aprovado em: 07/02/2022



Dr. Paulo Eduardo Degrande
Orientador – UFGD



Dr. Marcos Gino Fernandes
UFGD



Dr. Fabricio Fagundes Pereira
UFGD



Dr. José Bruno Malaquias
Universidade do Arizona, EUA.



Dr. Miguel Ferreira Soria
BASF S.A.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela bênção e proteção em todos os momentos;

À minha família, meus pais, Pedro Angelo Scoton e Ana Paula Lorandi Nascimento Scoton, por todo o apoio, incentivo, educação e amor transmitidos ao longo da minha vida, e meu noivo, José Lucas Gonçalves Greiter, pelo incentivo, amor, paciência e compreensão, ambos serviram como base para que eu chegasse ao fim dessa etapa;

Em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande, pelo exemplo de profissional e por suas orientações, que contribuíram para meu desenvolvimento profissional e pessoal;

À equipe do Laboratório de Entomologia Aplicada, por toda colaboração e companheirismo; em especial às graduandas Camila Vilhasanti e Natalia E. Carvalho, pela amizade e ajuda durante a realização dos trabalhos;

Ao Dr. José Bruno Malaquias, pelo apoio e orientações sobre as análises estatísticas;

Aos membros das bancas avaliadoras, pelas valiosas contribuições;

Aos professores do programa de Pós-Graduação da Universidade Federal da Grande Dourados, pelo conhecimento transmitido durante a realização do curso de Mestrado;

Aos funcionários da Universidade Federal da Grande Dourados, que cooperaram no desenvolvimento deste trabalho;

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa de estudos que possibilitou a dedicação integral ao programa de pós-graduação;

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta com esse trabalho.

SUMÁRIO

PÁGINA

RESUMO GERAL	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	9
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
3. ARTIGO 1	16
INTRODUÇÃO	18
MATERIAL E MÉTODOS	19
RESULTADOS.....	22
DISCUSSÃO	26
CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
4. CAPÍTULO 2	33
INTRODUÇÃO	35
MATERIAL E MÉTODOS	36
RESULTADOS.....	38
DISCUSSÃO	56
CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
6. ANEXOS	62

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

ARTIGO 1

FIGURA 1. Probabilidade de danos em grãos de soja causada por lagartas *Spodoptera frugiperda* (A) (valores dos parâmetros do modelo quasibinomial de regressão logística: $\beta_0 = -3.20933$; $\beta_1 = 0.06604$; $\beta_2 = -0.52399$) Probabilidade de danos em vagens por parcela causada por lagartas *Spodoptera frugiperda* (B) (valores dos parâmetros do modelo quasibinomial de regressão logística: $\beta_0 = -5.0325$; $\beta_1 = 0.3985$; $\beta_2 = -0.1887$). Dourados, MS. 2022..... 23

FIGURA 2. Massa de 100 grãos (g) afetada por lagarta *Spodoptera frugiperda* em plantas de soja (A) (valores dos parâmetros do modelo gaussiano de regressão polinomial cúbica: $\beta_0 = 13.78$; $\beta_1 = 0.10$; $\beta_2 = -0.48$; $\beta_3 = -0.33$). Sacas por hectare de soja afetada por lagarta *Spodoptera frugiperda* (B) (valores dos parâmetros do modelo quasipoisson: $\beta_0 = 4.27$; $\beta_1 = 0.06$; $\beta_2 = -0.09$). Dourados, MS. 2022..... 24

FIGURA 3. Padrão do consumo foliar (cm²) observado (Médias e erro padrão) e previsto pelo modelo gama (linhas tracejadas) por lagarta *Spodoptera frugiperda* obtidas em teste sem chance de escolha em diferentes instares larvais. Dourados, MS. 2022.....25

FIGURA 4. Sobrevivência de lagartas *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de soja em condições de laboratório (25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas) e teste sem chance de escolha. Dados observados (Média e erro padrão) e previstos pelo modelo binomial. Dourados, MS. 2022.....26

ARTIGO 2

FIGURA 1. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de primeiro instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com os diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) posição, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS. 2022.....50

FIGURA 2. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de segundo instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com os diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) posição, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS. 2022.....51

- FIGURA 3. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de terceiro instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com os diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) posição, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS. 2022.....52
- FIGURA 4. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de quarto instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com os diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) posição, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS. 2022.....53
- FIGURA 5. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de quinto instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com os diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) posição, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS. 2022.....54
- FIGURA 6. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de sexto instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com os diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) posição, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS. 2022.....55

LISTA DE QUADROS

PÁGINA

ARTIGO 2

- QUADRO 1. Número de vagens, vagens danificadas, grãos e grãos danificados nos terços superior, médio, inferior e na planta inteira de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* no estágio fenológico R1. Dourados, MS. 2022.....40
- QUADRO 2. Número de vagens, vagens danificadas, grãos e grãos danificados nos terços superior, médio, inferior e na planta inteira de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* no estágio fenológico R3. Dourados, MS. 2022.....41
- QUADRO 3. Número de vagens, vagens danificadas, grãos e grãos danificados nos terços superior, médio, inferior e na planta inteira de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* no estágio fenológico R4. Dourados, MS. 2022.....42
- QUADRO 4. Número de vagens, vagens danificadas, grãos e grãos danificados nos terços superior, médio, inferior e na planta inteira de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* no estágio fenológico R5.4. Dourados, MS. 2022.....43
- QUADRO 5. Número de vagens, vagens danificadas, grãos e grãos danificados nos terços superior, médio, inferior e na planta inteira de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* no estágio fenológico R6. Dourados, MS. 2022.....44
- QUADRO 6. Porcentagem de desfolha da soja infestada com *Spodoptera frugiperda* nos estádios reprodutivos. Dourados, MS. 2022.....46
- QUADRO 7. Peso de 100 grãos e rendimento de grãos de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* nos estádios reprodutivos. Dourados, MS. 2022.....47

RESUMO GERAL

SCOTON, A. M. N. **COMPORTAMENTO E DANOS DE LAGARTAS *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) NA SOJA *Glycine max* (L.) Merrill.** 2022. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS.

A espécie *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) apresenta-se como um risco crescente para este cultivo nos últimos anos, devido a sua elevada capacidade de adaptação às cultivares geneticamente modificadas (soja Bt), crescimento populacional, hábito de cortar plantas jovens ou danificar estruturas de parte aérea das plantas, ausência de nível de dano econômico e dificuldade de controle. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo compreender o comportamento e quantificar os danos causados pela *S. frugiperda* na fase reprodutiva desta cultura. Para isso, quatro experimentos foram conduzidos, sendo eles em campo, casa-de-vegetação e em laboratório. Em campo, foram estudados os níveis de infestações de 0, 1, 2, 4, 8 e 16 lagartas por metro linear de cultivo no estágio fenológico R3, com o objetivo de avaliar o nível de dano econômico. Em laboratório, foi avaliado o consumo foliar de lagartas e sobrevivência em cada instar larval. Em casa-de-vegetação, foram avaliados os níveis de infestações de 0, 0,5, 1, 2 e 4 lagartas por planta, nos estádios fenológicos R1, R3, R4, R5.4 e R6, bem como o comportamento de cada instar na fase reprodutiva da planta, observando sua atividade, distribuição intraplanta e estruturas atacadas. Concluiu-se com o experimento a campo que houve uma resposta quadrática da proporção de vagens danificadas de acordo com a densidade de lagartas. No entanto, os níveis de infestação estudados não afetaram a produtividade de grãos. Em laboratório, observou-se que uma lagarta *S. frugiperda* consome em média 73,96 cm² de área foliar durante seu ciclo de vida, e que o consumo é crescente com o avanço dos instares larval. Os danos no estágio reprodutivo da soja aumentam de acordo com o crescimento do número de lagartas por plantas. No entanto, apenas no estágio R1 da soja houve perda de rendimento de grãos com o aumento da densidade de lagartas por planta. O comportamento da *S. frugiperda* mostra-se variável na planta de soja quando se avalia a região da planta, estrutura ocupada e atividade da lagarta em seus diferentes instares larvais.

Palavras-chave: Dano econômico, interação inseto-planta, dinâmica temporal.

ABSTRACT

SCOTON, A. M. N. **BEHAVIOR AND DAMAGE OF CATERPILLARS *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) IN SOYBEAN *Glycine max* (L.) Merrill.** 2022. 63p. Dissertation (Masters in Agronomy) - Federal University of Grande Dourados. Dourados, MS.

The species *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) presents itself as a growing risk for this crop in recent years, due to its high adaptability to genetically modified cultivars (Bt soybean), population growth, habit of cutting the seedlings or damaging the structures of the aerial part of the plants, lack of economic damage level and difficulty to control. Thus, this study aimed to understand the behavior and to quantify the damage caused by *S. frugiperda* in the reproductive phase of this crop. For this, four experiments were carried out, being them in the field, greenhouse, and laboratory. In the field, the infestation levels of 0, 1, 2, 4, 8 and 16 caterpillars per linear meter of cultivation were studied at the R3 phenological stage, in order to establish the level of economic damage. In the laboratory, the leaf consumption of caterpillars and the survival in each larval instar were evaluated. In a greenhouse, the infestation levels of 0, 0.5, 1, 2 and 4 caterpillars per plant were evaluated in the phenological stages R1, R3, R4, R5.4 and R6, as well as the behavior of each instar in the reproductive phase of the plant, observing its activity, intra-plant distribution and structures attacked. It was concluded in the field experiment that there was a quadratic response of the proportion of damaged pods according to the density of caterpillars. However, the studied infestation levels did not affect grain yield. In the laboratory, it was observed that an *S. frugiperda* caterpillar consumes an average of 73.96 cm² of leaf area during its life cycle and that consumption increases with the advancement of larval instars. Damage to the reproductive phase of soybean increases with the growth in the number of caterpillars per plant. However, only in the R1 soybean stage there was a loss of grain yield with the increase in the density of caterpillars per plant. The behavior of *S. frugiperda* is variable in the soybean plant when the plant's area, occupied structure and activity of the caterpillar in its different larval instars are evaluated.

Key words: Economic damage, insect-plant interaction, temporal dynamics.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Spodoptera* é composto por 30 espécies descritas, dentre as quais a *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é citada como uma das mais importantes pragas para culturas das regiões tropicais das Américas, principalmente no Brasil (CRUZ et al., 2012; BOREGAS et al., 2013). Sendo considerado um inseto fitófago e cosmopolita, com origem na América, em zonas tropical e subtropical, a *S. frugiperda* distribuiu-se desde o sul do Canadá até a Argentina (CRUZ, 1995; LUGINBILL, 1928). Mais recentemente, foi relatada a ocorrência da praga na África Ocidental e Central, Índia, Ásia e Oceania (GOERGEN et al., 2016; SIDANA et al., 2018; SHARANABASAPPA et al., 2018; EARLY et al., 2018; FAO, 2018; IPPC, 2019; CABI, 2020; SUN et al., 2021). No Brasil, devido às condições favoráveis para seu desenvolvimento, encontra-se espalhada por todo território nacional (CRUZ, 1995).

Sua importância está relacionada à ampla gama de hospedeiros, podendo alimentar-se com mais de 353 espécies de plantas (MONTEZANO et al., 2018), incluindo algodão (*Gossypium hirsutum*), milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*) (POGUE, 2002; CAPINERA, 2008; BERNARDI et al., 2014). No entanto, apresenta maior preferência por plantas da família Poaceae como o milho, sorgo, trigo, arroz, entre outros (CAPINERA, 2008; CRUZ, 1995; BUSATO et al., 2002).

S. frugiperda possui metamorfose completa, ou seja, em seu ciclo de vida passa por quatro fases distintas: ovo, larva, pupa e adulto. Os ovos são colocados em massas, geralmente em duas camadas sobrepostas, na face superior das folhas. O número de posturas depositado por fêmea é bastante variável (CRUZ, 1995), podendo a fêmea colocar de 100 a 500 ovos por postura, num total de 1.500 a 2.000 ovos durante toda sua vida (GALLO et al., 2002; VALICENTE e TUELHER, 2009). Os ovos tornam-se escurecidos próximos à eclosão das larvas, devido à cor da cápsula cefálica (CAPINERA, 2017). O período de incubação de ovos é mais afetado pela temperatura do que pela umidade (CRUZ, 1995).

As larvas assim que eclodem alimentam-se da própria casca do ovo (cório). Em seguida, ficam em repouso num período entre duas e dez horas, antes de sair à procura de outros alimentos (CRUZ, 1995; BUSATO et al., 2004). A elevada dispersão das larvas deve-se a sua capacidade de tecer fios de seda (balonismo) podendo

ser arrastadas pelo vento (ROJAS et al., 2018). Após o primeiro instar larval, vão se tornando incapazes de tecer os fios. As larvas de *S. frugiperda* apresentam duas características que as diferenciam das outras larvas do mesmo gênero, sendo a presença de tubérculos localizados em cada segmento abdominal, no formato de trapézio e composto por quatro pináculos pretas, com uma área esclerotizada apresentando um pelo curto, grosso na base (POGUE, 2002) e a presença do “Y” invertido na frente (CRUZ, 1995; POGUE, 2002).

A duração de cada instar larval depende também das condições de temperatura e fonte de alimento (BUSATO et al., 2005; SILVA et al., 2017). Ocorrem seis instares na fase larval (MONTEZANO et al., 2019), sendo cada instar dividido em dois períodos, um período de alimentação e outro de descanso, o qual ocorre próximo a cada troca de pele e pode ser prolongado por baixas temperaturas (CRUZ, 1995).

Como regulador natural da população, as larvas de *S. frugiperda* apresentam hábito canibal. Quando se desenvolve totalmente, a larva vai para o solo, e passa por um período chamado pré-pupa, período em que não se alimenta. Essa fase pode durar até cinco dias, dependendo das condições climáticas (LUGINBILL, 1928). Em seguida, transforma-se em pupa, com duração do período pupal de aproximadamente nove dias (MONTEZANO et al., 2019).

As mariposas que emergem das pupas voam para longe, acasalam e a oviposição ocorre entre o terceiro e o quarto dia depois da emergência da fêmea. Nas regiões que oferecem condições adequadas de sobrevivência ao inseto durante todo o ano, podem-se ter seis ou mais gerações (CRUZ, 1995).

O hábito variável entre os instares larvais de *S. frugiperda* foi relatado em algumas plantas cultivadas. Em milho, as larvas neonatas possuem o hábito de raspar um dos lados da folha durante sua alimentação, mantendo a epiderme do lado oposto intacta, causando o sintoma de folhas raspadas. Quando atingem o segundo instar, a larva faz perfurações nas folhas. Já no terceiro instar, até alcançar a fase de pré-pupa, a larva é capaz de consumir grande parte da área foliar, afetando a capacidade fotossintética e o potencial produtivo da planta (CAPINERA, 2017). A larva também pode atacar a espiga, causando perda da qualidade dos grãos (CRUZ, 1995; VALICENTE, 2015).

Em algodão, as larvas de primeiro a terceiro instar possuem o hábito de se alimentar de folhas da parte média e inferior do dossel das plantas (COOK et al., 2004). Os instares seguintes também são capazes de destruir as estruturas terminais de mudas

no início do cultivo do algodão (LEIGH et al., 1996). As larvas de quarto a sexto instar se alojam, preferencialmente, na região basal do dossel e possuem o hábito de se alimentar das estruturas reprodutivas (COOK et al., 2004), podendo danificar todas as formas de frutificação em altas infestações (LEIGH et al., 1996).

Na soja, se não controladas, as lagartas cortam as plântulas rente ao solo e alimentam-se inicialmente das folhas, podendo causar morte das plântulas e, posteriormente, passam a consumir folhas e as vagens em fase inicial da formação (ÁVILA, 2017; BARROS et al., 2010). No entanto, informações sobre o hábito variável entre os instares de *S. frugiperda* na cultura da soja ainda são escassas.

Além disso, o nível de dano econômico para *S. frugiperda* na cultura da soja ainda é desconhecido. Medidas de controle de outras lagartas desfolhadoras na soja são recomendadas quando a infestação é igual ou maior que 20 lagartas por metro de linha da cultura ou quando atinge 30% de desfolhamento no estágio vegetativo ou 15% de desfolhamento no estágio reprodutivo (BUENO et al., 2011, BATISTELA et al., 2012). Para o controle de *Helicoverpa* spp., os níveis de ação são de 4 lagartas pequenas por metro ou 30% de desfolha na fase vegetativa da cultura, e 2 lagartas pequenas por metro ou 15% de desfolha, ou então 10% de vagens danificadas na fase reprodutiva (BUENO et al., 2013).

A elevada capacidade de adaptação da *S. frugiperda* às cultivares geneticamente modificadas (soja Bt), crescimento populacional, hábito de cortar plantas jovens, aliados ao elevado potencial de desfolha em plantas de soja e danos nas flores e vagens causados por espécies de *Spodoptera*, carecem da adoção de estratégias de controle evitando a perda de produtividade (BERNARDI et al., 2014). Portanto, os objetivos deste estudo foram caracterizar o comportamento entre os instares larvais e quantificar os danos de *S. frugiperda* em estádios reprodutivos da soja.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, C. J. Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). In: ÁVILA, C. J. **Pragas da soja: conheça e previna-se**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017. Disponível em: <<http://pragas.cpao.embrapa.br/>>. Acesso em: 06 de julho 2021.

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 996-1001, 2010.

BATISTELA, M. J.; BUENO, A. F.; NISHIKAWA, M. A. N.; BUENO, R. C. O. F.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; CORBO, E.; SILVA, R. B. Reevaluation of leaf-lamina consumer thresholds for IPM decisions in short-season soybeans using artificial defoliation. **Crop Protection**, v. 32, p. 7–11, 2012.

BERNARDI, O.; SORGATTO, R. J.; BARBOSA, A. D.; DOMINGUES, F. A.; DOURADO, P. M.; CARVALHO, R. A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. Low susceptibility of *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically-modified soybean expressing Cry1Ac protein. **Crop Protection**, v. 58, p. 33-40, 2014.

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, n. 1, p. 61–70, 2013.

BUENO, A. F.; BATISTELA, M. J.; BUENO, R. C. O. F.; FRANÇA-NETO, J. B.; NISHIKAWA, M. A. N.; FILHO, A. L. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v. 30, p. 937–945, 2011.

BUENO, A. F.; HIROSE, E.; SOSA-GOMEZ, D. R.; CAMPO, C. B. H.; ROGGIA, S. Caravana Embrapa: *Helicoverpa armigera* e outros desafios do manejo de pragas na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90797/1/folder-helicoverpa-baixa.pdf>>. Acesso em: 02 junho 2021.

BUENO, R. C.; BUENO, A. F.; MOSCARDI, F.; PARRA, J. R.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: Basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v. 67, n. 2, p. 170–174, 2011.

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, n. 4, p. 525-529, 2002.

BUSATO, G. R.; GRUTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; NORBERG, S. D. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas temperaturas. **Ciência Agrotecnológica**, v. 28, n. 6, p. 1278-1283, 2004.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; ZOTTI, M. J.; BANDEIRA, J. M. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações dos biótipos "milho" e "arroz" de *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 329-335, 2005.

CABI. Commonwealth Agricultural Bureaux International. Invasive species compendium-detailed coverage of invasive species threatening livelihoods and the environment worldwide. *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). 2020.

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

CAPINERA, J. L. Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Extension Service, University of Florida, 2017.

COOK, D. R.; LEONARD, B. R.; GORE, J. Field and laboratory performance of novel insecticides against armyworms (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, v. 87, n. 4, p. 433-439, 2004.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.; SILVA, R.B.; SILVA, I.F.; PAULA, C.S.; FOSTER, J.E. Using sex pheromone traps in the decision-making process for pesticide application against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in maize. **Pest Management Science**, v. 58, p. 83-90, 2012.

CRUZ, I. **A lagarta do cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1995. 45 p.

EARLY, R.; GONZÁLEZ-MORENO, P.; MURPHY, S. T.; DAY, R. Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. **NeoBiota** v. 40, p. 25–50, 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization. **First detection of fall armyworm on the border of Thailand** [EB/OL]. 2018.

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

GOERGEN, G.; KUMAR, P. L.; SANKUNG, S. B.; TOGOLA, A.; TAMÒ, M. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. **PLOS ONE**, v.11, p. 1-9, 2016.

IPPC. International Plant Protection Convention. Report of first detection of *Spodoptera frugiperda*-Fall Armyworm (FAW) in Japan. **IPPC Official Pest Report**, No. JPN-08/6. IPPC, Rome, Italy. 2019.

LEIGH, T. F.; ROACH, S. H.; WATSON, T. F. Biology and ecology of important insect and mite pests of cotton. p. 17–85, 1996. In: KING, E. G.; PHILLIPS, J. R.; COLEMAN, R. J. (eds.), **Cotton insects and mites: Characterization and management**, No. 3. The Cotton Foundation Reference Book Series, Memphis, TN.

LUGINBILL, P. H. **The fall armyworm**. Washington, USDA., 1928. 73 p. (Technical Bulletin, n. 34)

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; SOUSA-SILVA, J. C.; PAULA-MORAES, S. V.; ... HUNT, T. E. Plantas hospedeiras de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) nas Américas. **African Entomology**, v. 26, n. 2, p. 286-300, 2018.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. R.; PAULA-MORAES, S. V.; PETERSON, J. A.; HUNT, T. E. Parâmetros de desenvolvimento de estágios imaturos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em condições controladas e padronizadas. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 8 p. 76–89, 2019.

POGUE, G. M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memórias da Sociedade Entomológica Americana**, v. 43, p.1-202, 2002.

ROJAS, J. C.; KOLOMIETS, M. V.; BERNAL, J. S. Nonsensical choices? Fall armyworm moths choose seemingly best or worst hosts for their larvae, but neonate larvae make their own choices. **PLOS ONE**, v. 13, n.5, 2018.

SHARANABASAPPA E KALLESHWARASWAMY, C. M.; ASOKAN, R.; MAHADEVASWAMY, H. M.; MARUTHI, M S.; PAVITHRO, H. B.; KAVITA HEGDE; SHIVARAY NAVI; PRABHU, S. T.; GEORG GOERGIN. First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), an alien invasive pest on maize in India. **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, v. 24, n. 1, p. 23-29, 2018.

SIDANA, J.; SINGH, B.; SHARMA, O.M.P. Occurrence of the new invasive pest, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in the maize fields of Karnataka, India. **Current Science**, v.115, p.621-623, 2018.

SILVA, D. M.; BUENO, A. F.; ANDRADE, K.; STECCA, C. S.; NEVES, P. M. O. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Biologia e nutrição de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com diferentes fontes alimentares. **Scientia Agricola**, v. 74, n. 1, p. 18-31, 2017.

Sun, X. X.; Hu, C. X.; Jia, H. R.; Wu, Q. L.; Shen, X. J.; Zhao, S. Y.; Jiang, Y. Y.; Wu, K. M. Case study on the first immigration of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* invading into China. **Journal Integrative Agriculture**, v. 20, p. 664–672. 2021.

VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. S. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com Baculovirus.** Cap. 10, p.275-300. 2009. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58112/1/Controle-biologico-2.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2021.

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

3. ARTIGO 1

DANOS E CONSUMO FOLIAR DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) EM SOJA

RESUMO — A *Spodoptera frugiperda* tornou-se uma ameaça crescente para a cultura da soja nos últimos anos. Conhecer o potencial de dano e consumo foliar é importante para o emprego de medidas de controle. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo compreender e quantificar os danos causados por *S. frugiperda* na fase reprodutiva desta cultura. Para isso, foi conduzido um experimento de campo, em blocos ao acaso, com seis repetições. Os tratamentos foram compostos por níveis de infestações de 0, 1, 2, 4, 8 e 16 lagartas por metro linear de cultivo no estágio fenológico R3 da cultura. As 36 unidades experimentais foram constituídas de duas linhas de cultivo cada, espaçadas em 0,45 m e com 0,50 m de comprimento cada, com 12 plantas de soja e suas respectivas densidades de lagartas. Após o período de infestação, foram estimadas a probabilidade de danos grãos/parcela, probabilidade de dano em vagens/parcela e massa de 100 grãos e produtividade. Para avaliação do consumo foliar de lagartas e sobrevivência em cada instar larval foi realizado um experimento em laboratório, em blocos ao acaso, com cinco repetições compostas cada uma por 10 recipientes com disco foliar de soja de tamanho conhecido e a lagarta em seu respectivo instar. As sobras dos discos foliares foram coletadas periodicamente e digitalizadas para determinar a área foliar consumida em cm². Com isso, conclui-se, com o estudo dos diferentes níveis de infestações, que os danos em vagens aumentaram de acordo com o aumento da densidade de lagartas. Houve decréscimo estimado na massa de 100 grãos (g) na densidade de 16 lagartas por metro linear de cultivo. No entanto, os níveis de infestação estudados não afetaram a produtividade de grãos. Com o estudo do consumo foliar conclui-se que uma lagarta *S. frugiperda* consome em média 73,96 cm² de área foliar durante todo seu ciclo de vida. A sobrevivência média ao longo do ciclo de vida da lagarta foi superior a 98%.

Palavras-chave: Prejuízo econômico, densidade populacional, consumo.

DAMAGE AND FOLIARY CONSUMPTION OF *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) IN SOYBEAN

ABSTRACT – The *Spodoptera frugiperda* has become a growing threat to the soybean crop in recent years. Knowing the potential for damage and leaf consumption is important to the use of control measures. Thus, this study aimed to understand and quantify the damage caused by *S. frugiperda* in the reproductive phase of this crop. For this, a field experiment was carried out, in randomized blocks, with six replications. The treatments consisted of infestation levels of 0, 1, 2, 4, 8 and 16 caterpillars per linear meter of culture at the R3 phenological stage of the culture. The 36 experimental units consisted of two cultivation lines, spaced 0.45 m apart and 0.50 m long each, with 12 soybean plants and their respective caterpillar densities. After the infestation period, the probability of damage to grains/plot, probability of damage to pods/plot and mass of 100 grains and yield were estimated. To evaluate the leaf consumption of caterpillars and survival in each larval instar, a laboratory experiment was carried out, in randomized blocks, with five replicates each consisting of 10 containers with a soybean leaf disk of known size and the caterpillar in its respective instar. Leftover leaf discs were collected periodically and digitized to determine the consumed leaf area in cm². Thus, it is concluded that the damage to the pods increases with the increase in the number of caterpillars. There was a decrease in the estimated value in the mass of 100 grains (g) in the density of 16 caterpillars per linear meter of cultivation. However, the levels of infestation studied did not affect grain yield. With the study of leaf consumption, it was concluded that a caterpillar *S. frugiperda* consumes an average of 73.96 cm² of leaf area throughout its life cycle. The average survival throughout the caterpillar's life cycle was greater than 98%.

Key words: Economic loss. population density, consumption.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura que possui grande importância no cenário econômico mundial. No Brasil, é cultivada em 38,5 milhões de hectares, alcançando uma produção de 135,9 milhões de toneladas na safra 2020/2021, com aumento de 8,9% em relação à safra anterior (CONAB, 2021). No entanto, a incidência de insetos e pragas é um dos principais fatores que comprometem a produção, causando grande impacto econômico (OLIVEIRA et al., 2014) se não forem controlados até o nível de dano econômico.

Dentre as principais pragas da cultura da soja destacam-se as lagartas (Lepidoptera: Noctuidae), principalmente a *Anticarsia gemmatalis* (HÜBNER, 1818), *Chrysodeixis includens* (WALKER, 1858), *Chloridea (Heliothis) virescens* (F.) e as lagartas do gênero *Spodoptera* (BUENO et al., 2011; MOSCARDI et al., 2012; MARQUES et al., 2016). Em especial, a espécie *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) causa preocupação por se tratar de uma espécie polífaga e que possui ampla gama de hospedeiros alternativos, incluindo as culturas de soja, milho e algodão que são cultivadas em larga escala no Brasil (MONTEZANO et al., 2018; BARROS et al., 2010a, b; CRUZ, 1995; POGUE, 2002). Os seus danos podem ser semelhantes aos de *A. gemmatalis* na soja (BUENO et al., 2011) no que diz respeito à desfolha. Entretanto, os danos causados por esta espécie nas estruturas reprodutivas e seu comportamento na planta não são suficientemente conhecidos (BARROS et al., 2010a).

A adoção do sistema de cultivo intensivo torna favorável a movimentação de *S. frugiperda* quando se utilizam, no verão, culturas com diferentes fenologias cultivadas em áreas próximas e na entressafra ou quando se utilizam culturas de cobertura (NAGOSHI, 2009). Com isso, esta praga pode utilizar diferentes hospedeiros para manter-se nos agroecossistemas, causando surtos e perdas nas culturas de interesse econômico (BARROS et al., 2010a, b; BOREGAS et al., 2013; POGUE, 2002; SÁ et al., 2009), como é o caso da cultura da soja (PERUCA et al., 2018), considerada a mais cultivada das espécies tidas como hospedeiras de *S. frugiperda*.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi compreender o dano da lagarta *S. frugiperda* na cultura da soja, visto que informações que qualificam e quantificam o ataque causado por esta praga na soja, principalmente durante a fase

reprodutiva da cultura, ainda são escassas. Essas informações a respeito do dano causado pelo inseto-praga na planta hospedeira são de extrema importância e dão suporte para a aplicação prática do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

MATERIAL E MÉTODOS

Danos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na soja

O experimento de dano de *S. frugiperda* em soja foi conduzido durante a safra 2020/21, na área experimental do Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada no município de Dourados, Mato Grosso do Sul (MS). O local situa-se em latitude de 22° 11'S, longitude de 54° 55'O e altitude de 461 m. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distroférico.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos causalizados, com seis tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram os níveis de infestações: 0, 1, 2, 4, 8 e 16 lagartas por metro linear. As unidades experimentais foram constituídas de duas linhas de cultivo, espaçadas em 0,45 metro e com comprimento de 0,50 metros, com seis plantas de soja em cada linha, totalizando 12 plantas por metro linear de cultivo em seus respectivos níveis de infestação.

A cultivar de soja utilizada foi a BMX Potência RR (GDM Genética do Brasil), não Bt, grupo de maturação 6.7 e hábito de crescimento indeterminado. As lagartas de *S. frugiperda* foram oriundas da criação massal do Laboratório de Entomologia Aplicada da UFGD, mantidas em sala de criação sob temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h, em recipientes de 100 ml contendo dieta artificial (GREENE et al., 1976; PARRA, 2000) e, para ambientar, foram alimentadas com folhas de soja em sala de criação 24 horas antes da infestação nas plantas.

A época de cultivo, correção de solo, densidade de semeadura e tratos culturais seguiram as recomendações técnicas para a cultura da soja na região (EMBRAPA, 2013). Quando as plantas de soja estavam no estágio fenológico R3, de acordo com a escala fenológica de Fehr et al. (1971), foi realizada a infestação das

lagartas de forma manual, utilizando indivíduos de terceiro instar, infestadas no terço médio da planta com auxílio de um pincel.

Para manter os diferentes níveis de infestação nas parcelas, foram utilizadas gaiolas confeccionadas de armação de ferro, revestidas com tecido do tipo “voil”, evitando que ocorresse fuga de lagartas e/ou infestação natural. As gaiolas permaneceram por 20 dias sobre a cultura após a infestação, sendo as mesmas vistoriadas a cada dois dias manipulando as plantas e, se necessário, foi realizada a correção da densidade de lagartas. Após este período, as gaiolas foram retiradas e toda a área do experimento foi mantida livre de qualquer praga até a maturação fisiológica da soja. Foram utilizados agroquímicos específicos para controlar os problemas fitossanitários. No final do ciclo da cultura, no estágio fenológico R9, foi realizada a colheita manual. Os dados de precipitação e temperatura foram registrados ao longo do período de cultivo (Anexo 1).

Após os 15 dias de infestação, foram avaliadas as injúrias causadas pelas lagartas em cada parcela e, após a colheita da soja, foram avaliadas as seguintes variáveis: número de vagens por planta, número de vagens danificadas por planta, número de grãos, número de grãos danificados, peso de 100 grãos e produtividade de grãos estimada em sacas por hectare (60 kg/ha).

Os dados foram submetidos à análise de regressão. Para cada variável, foi determinado o modelo mais adequado, considerando a relação entre a variável e a densidade de *S. frugiperda*. Com um modelo linear generalizado binomial com superdispersão, foram estimadas as seguintes variáveis: probabilidade de danos em grãos/parcela; probabilidade de dano em vagens/parcela e probabilidade de dano em vagens/planta. As variáveis massa de 100 grãos e número de sacas/hectare foram analisadas com modelos de regressão gaussiano polinomial cúbico e quasipoisson, respectivamente. A qualidade do ajuste dos modelos aos dados foi verificada por meio de um envelope simulado meio normal através da função hnp (MORAL et al., 2017) do R (R CORE TEAM, 2021).

Consumo foliar da lagarta *S. frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja

Paralelamente, durante a safra 2020/21, foi conduzido outro experimento, em laboratório, para determinar o consumo foliar da lagarta *S. frugiperda* na soja. Foi

adotado o teste sem chance de escolha, com delineamento experimental em blocos ao acaso, sendo os tratamentos constituídos pelos seis instares larvais de *S. frugiperda* e uma testemunha sem lagartas, com cinco repetições.

Cada repetição foi constituída por 10 copos de poliestireno com tampa e papel filtro umedecido com água destilada, mantido a 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Sob o papel umedecido foi depositado um disco foliar de soja com tamanho conhecido e a lagarta em seu respectivo instar, obtida da criação massal do Laboratório de Entomologia Aplicada da UFGD e mantida em recipiente de 100 ml contendo dieta artificial (GREENE et al., 1976; PARRA, 2000).

A cultivar de soja BMX Potência RR foi cultivada em área próxima ao laboratório, seguindo as recomendações técnicas para a cultura, visando o fornecimento de folhas para as lagartas. Os discos foliares foram obtidos de folhas totalmente desenvolvidas, coletadas na parte superior da planta. As folhas foram previamente lavadas com hipoclorito de sódio (0,5%) e água destilada, para minimizar riscos de contaminação por patógenos. A substituição dos discos foliares, a retirada dos excrementos, bem como a umectação ou troca do papel filtro, foram realizadas diariamente. A sobra dos discos foliares foi digitalizada com auxílio de scanner para que fosse posteriormente determinada a área foliar consumida por análise digital, utilizando o software ImageJ[®].

Foi avaliada a área foliar total consumida através da diferença entre a área total do disco foliar e a área da sobra, sendo expressa em cm^2 . Também foi avaliado a sobrevivência larval de cada instar ao longo do período do experimento. Os dados de consumo foliar foram submetidos à análise de deviance com um modelo linear generalizado com distribuição gama. Para a análise dos dados de sobrevivência, foi utilizado um modelo linear generalizado com distribuição binomial. A qualidade do ajuste dos modelos foi verificada com um gráfico meio normal do pacote hnp (MORAL et al., 2017) do R (R CORE TEAM, 2021).

RESULTADOS

Danos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na soja

Houve uma resposta quadrática da probabilidade de danos em grãos como função do aumento da densidade de lagartas por metro linear. Observou-se um acréscimo na probabilidade de danos em grãos até a densidade de 8 lagartas por metro linear de cultivo. Após atingir esse platô, foi possível observar um decréscimo nos resultados até a densidade de 16 lagartas por metro linear (Figura 1A).

Ao analisar a probabilidade de dano em vagens por metro linear de cultivo, observa-se um aumento de acordo com o crescimento da densidade de lagartas por metro linear de cultivo, atingindo tendência de estabilização da curva entre as densidades de 8 e 16 lagartas por metro linear de cultivo (Figura 1B).

Na variável massa de 100 grãos (g), pode-se observar uma resposta cúbica dessa variável em resposta à densidade de lagartas, ocorrendo tendência de redução de peso até a densidade de 2 lagartas por metro linear de cultivo e, posteriormente, um ponto de máxima estimado em aproximadamente 12 lagartas por metro linear. Em seguida, observa-se um decréscimo estimado nesse parâmetro, na densidade de 16 lagartas por metro linear de cultivo (Figura 2A).

Com relação às sacas de grãos por hectare, observa-se que não houve uma diminuição de produção em relação ao aumento da densidade de lagartas estudadas (Figura 2B), pois ocorreu sobreposição dos intervalos de confiança estimados para as densidades analisadas. Ou seja, não houve perda de produção até a densidade de 16 lagartas por metro linear de cultivo. Maiores densidades merecem ser estudadas.

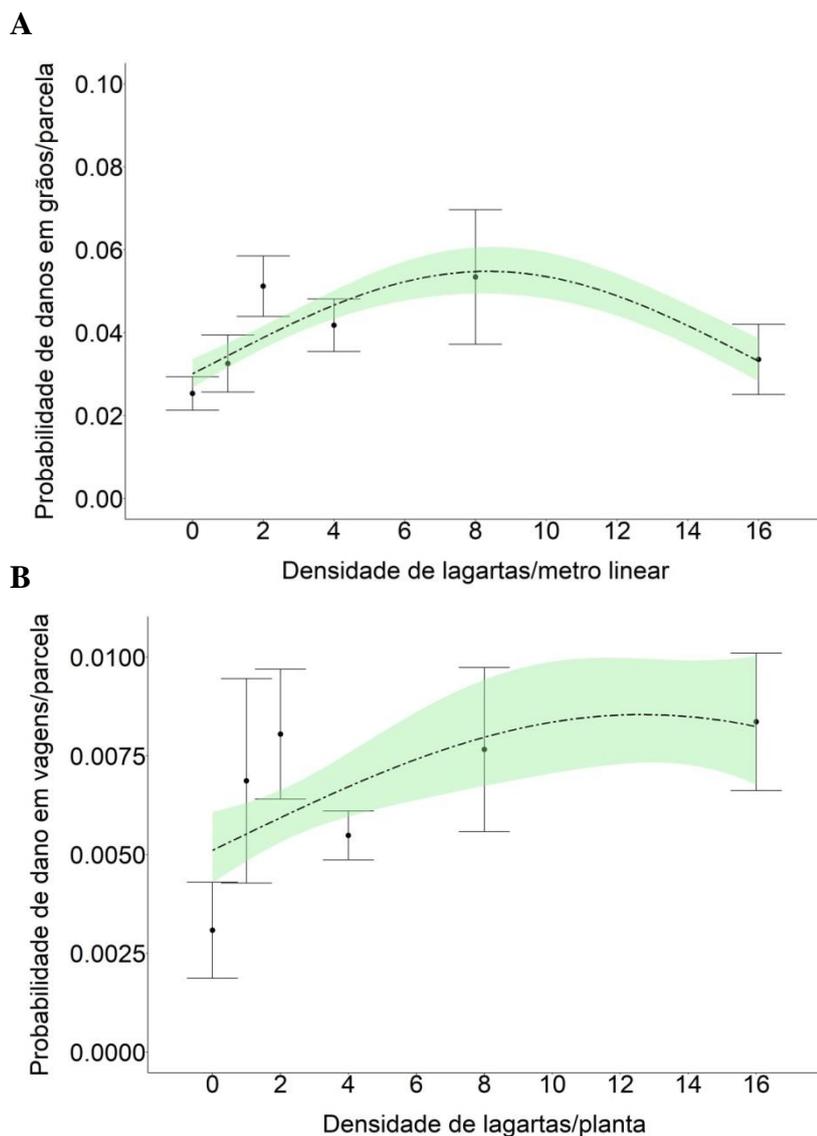


Figura 1. Probabilidade de danos em grãos de soja causada por lagartas *Spodoptera frugiperda* (A) (valores dos parâmetros do modelo quasibinomial de regressão logística: $\beta_0 = -3.20933$; $\beta_1 = 0.06604$; $\beta_2 = -0.52399$) Probabilidade de danos em vagens por parcela causada por lagartas *Spodoptera frugiperda* (B) (valores dos parâmetros do modelo quasibinomial de regressão logística: $\beta_0 = -5.0325$; $\beta_1 = 0.3985$; $\beta_2 = -0.1887$). Dourados, MS. 2022.

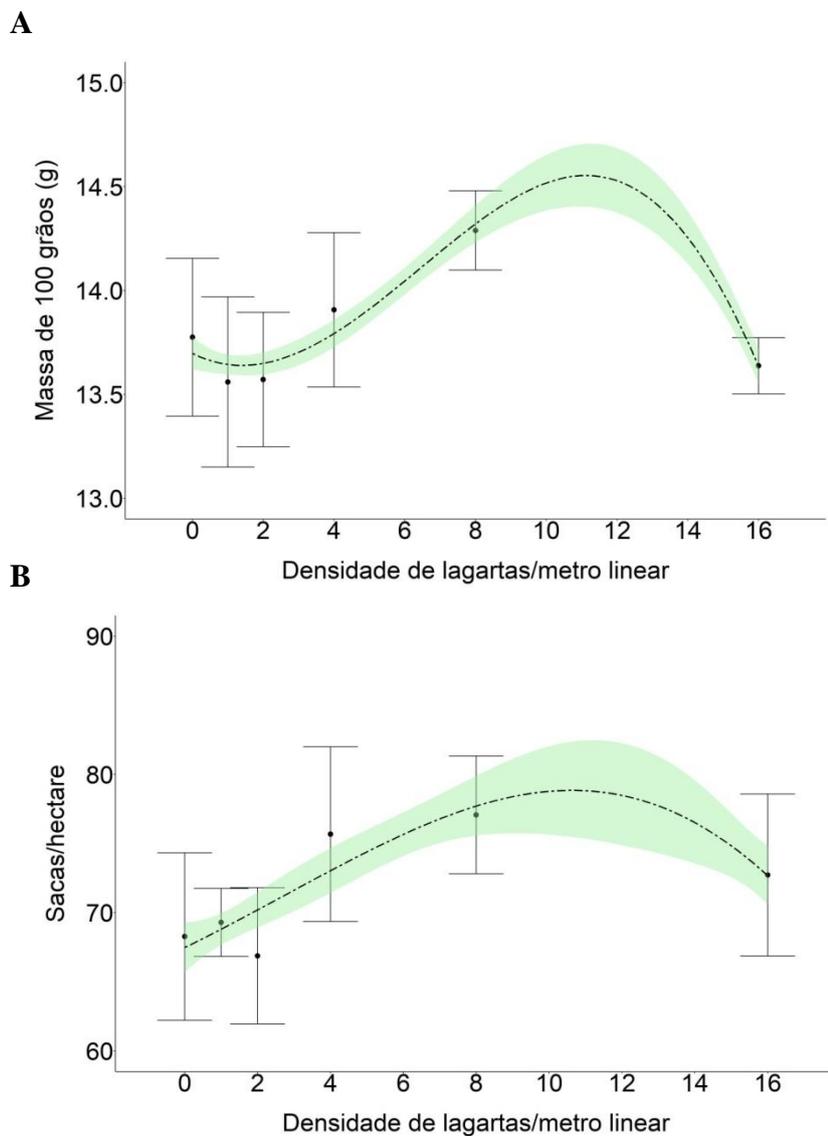


Figura 2. Massa de 100 grãos (g) afetada por lagarta *Spodoptera frugiperda* em plantas de soja (A) (valores dos parâmetros do modelo gaussiano de regressão polinomial cúbica: $\beta_0= 13.78$; $\beta_1= 0.10$; $\beta_2= -0.48$; $\beta_3= -0.33$). Sacas por hectare de soja afetada por lagarta *Spodoptera frugiperda* (B) (valores dos parâmetros do modelo quasipoisson: $\beta_0= 4.27$; $\beta_1= 0.06$; $\beta_2= -0.09$). Dourados, MS. 2022.

Consumo foliar da lagarta *S. frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja

Com o experimento para determinação do consumo foliar das lagartas *S. frugiperda*, em teste sem chance de escolha, foi possível observar diferença significativa entre tratamentos e mensurar o consumo foliar médio de cada instar larval (Figura 3). Nota-se que os três primeiros instares não diferiram estatisticamente do tratamento testemunha sem lagartas, mostrando um consumo reduzido no início de desenvolvimento das lagartas. A partir do quarto instar, observa-se um aumento crescente do consumo até o último instar larval, sendo nesse último onde ocorre o maior consumo médio foliar ($\pm 54,60 \text{ cm}^2$). O consumo médio total de uma lagarta em discos foliares de soja BMX Potência RR (não Bt) foi de $73,96 \text{ cm}^2$ durante seu ciclo de vida.

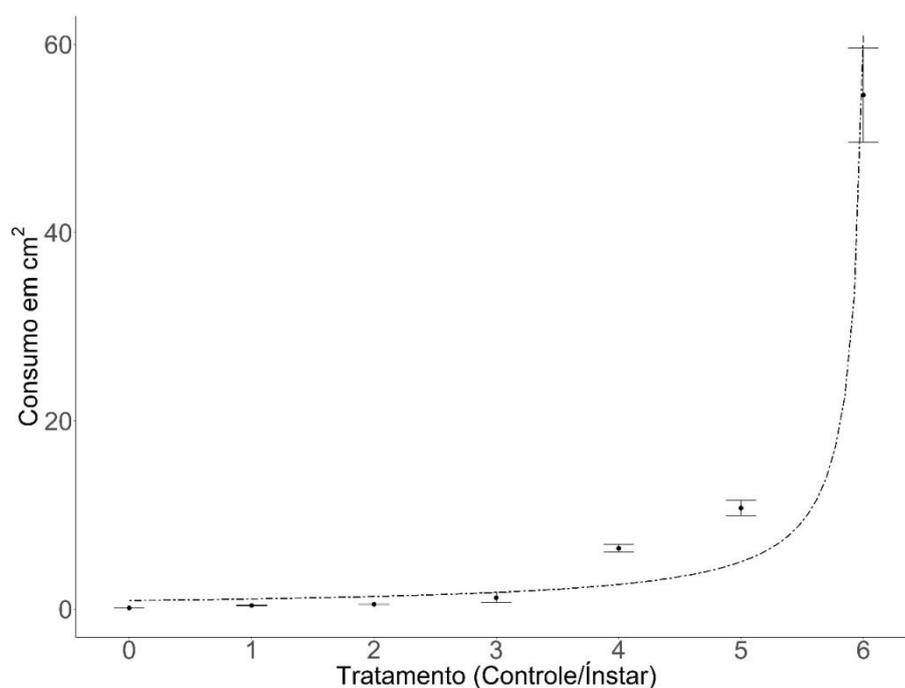


Figura 3. Padrão do consumo foliar (cm^2) observado (Médias e erro padrão) e previsto pelo modelo gama (linhas tracejadas) por lagarta *Spodoptera frugiperda* obtidas em teste sem chance de escolha em diferentes instares larvais. Dourados, MS. 2022.

Durante este experimento, observou-se também a sobrevivência larval de *S. frugiperda* em seus instares de desenvolvimento em soja (Figura 4). Nota-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, e a sobrevivência média ao longo do ciclo de vida da lagarta foi superior a 98%. É importante ressaltar o fato de, a partir do

terceiro instar, nenhuma mortalidade de indivíduos ter sido relatada, permitindo que todas as lagartas completassem o estágio larval até que se tornassem pupas.

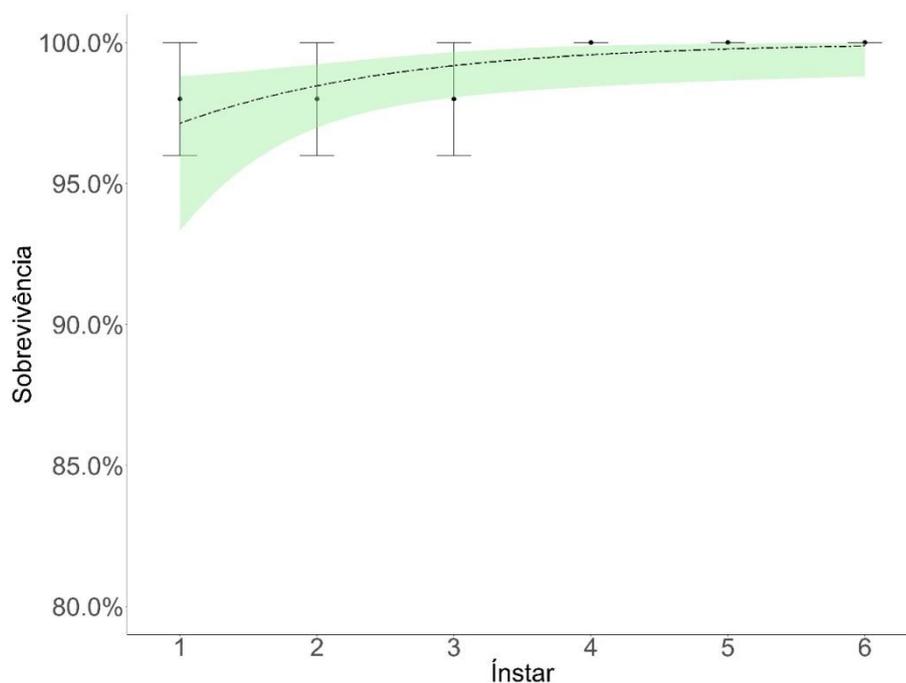


Figura 4. Sobrevivência de lagartas *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de soja em condições de laboratório (25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas) e teste sem chance de escolha. Dados observados (Média e erro padrão) e previstos pelo modelo binomial. Dourados, MS. 2022.

DISCUSSÃO

Para controle de *Spodoptera* spp. na soja, recomenda-se a utilização de inseticidas apenas quando a população de lagartas com tamanho $\geq 1,5$ cm for igual ou superior a 20 lagartas por metro de fileira, observados no monitoramento com o pano-de-batida. Ainda, o controle da praga se justifica quando for observado 30% ou mais de desfolha no estágio vegetativo da planta, ou 15% de desfolha no estágio reprodutivo (BUENO et al., 2011).

Neste estudo, a massa de 100 grãos apresentou redução após a densidade de 12 lagartas por metro linear de cultivo. A probabilidade de dano em vagens causada por diferentes densidades de lagartas *S. frugiperda* mostrou-se crescente de acordo com aumento da densidade de indivíduos. Esse resultado é semelhante ao obtido com

diferentes densidades populacionais de *Spodoptera litura* (FABRICIUS, 1775) em soja no estágio reprodutivo, havendo maior dano e perda de rendimento de grãos com o aumento populacional da praga (FATTAH et al., 2020).

É importante ressaltar a capacidade compensatória de recuperação da soja em estágios reprodutivos iniciais, dadas as condições climáticas favoráveis (SMITH e BASS, 1972; MCPHERSON e MOSS, 1989). Ao analisar a variável sacas de grãos por hectare, observa-se que não houve uma diminuição de produção até mesmo na maior densidade avaliada neste estudo (16 lagartas por metro linear de cultivo) em plantas infestadas no estágio reprodutivo R3. Stacke et al. (2018) observaram, ao avaliar os danos de *H. armigera* em diferentes estágios reprodutivos da soja, que a taxa de perda de grãos depende do estágio de crescimento da planta, e que há maiores perda de rendimento quando a infestação de lagartas ocorre em estágios reprodutivo mais avançados.

O decréscimo da probabilidade de danos em grãos pode ser justificado pelo canibalismo, comportamento presente em lagartas de *S. frugiperda* e que está relacionado à competição entre as lagartas, disputa por território e ao aumento da densidade populacional da praga (FOX, 1975; POLIS, 1981). Ou seja, em elevadas densidades populacional pode haver competição intraespecífica (MALAQUIAS et al., 2021).

O consumo foliar de espécies lepidópteras consideradas pragas-chave na cultura da soja, incluindo as espécies do gênero *Spodoptera* spp., já foram relatados. Valores médios de 185,4 a 175,1 cm² foram obtidos para *S. cosmioides*, e de 86,9 a 107,2 cm² para *S. eridania*. O valor observado no presente trabalho, quando se avalia o consumo foliar de *S. frugiperda* durante o ciclo de vida (73,96 cm²), assemelha-se ao consumo foliar de *Anticarsia gemmatalis* (74,02 cm²) em soja, e mostra-se superior ao da *Chrysodeixis includens* (63,9 cm²) durante o ciclo de vida (BUENO et al., 2011). No entanto, o consumo total em cm² de *S. frugiperda* em diferentes cultivares de soja mostrou-se superior ao obtido, variando de 90 a 118 cm² (BUENO et al., 2011). É importante ressaltar que desempenho de lepidópteros durante a alimentação pode ser afetado pelas características físicas da planta e seu tecido (SLANSKY JR. e RODRIGUEZ, 1987; PERKINS et al., 2010). Com isso, as diferentes variedades de soja podem influenciar no consumo foliar final da praga.

Em relação ao consumo nos diferentes instares larvais, Ferreira et al. (2019) também observaram um aumento da área consumida à medida que os instares larval de

S. frugiperda avançavam, em folhas de diferentes cultivares de maracujazeiro, podendo estar relacionado ao crescimento do corpo do inseto e, conseqüentemente, a. uma maior capacidade alimentar.

Com a avaliação da sobrevivência de lagartas *S. frugiperda* alimentadas com folhas de soja, nota-se uma porcentagem superior à relatada por Sá et al. (2009), que, ao avaliar a sobrevivência larval de *S. frugiperda* em hospedeiros alternativos, obtiveram uma sobrevivência larval de 83%. Observa-se também uma maior taxa de sobrevivência do que a obtida por *S. eridania* e *S. cosmioides* alimentadas com folhas de soja (SILVA et al., 2017). Sendo assim, os dados comprovam que a espécie *S. frugiperda* é adepta à cultura da soja.

No geral, não havendo uma diminuição de produção até a densidade de 16 lagartas por metro linear de cultivo em plantas de soja infestadas no estágio reprodutivo R3 avaliadas, infestações iguais ou inferiores a esta (16 lagartas *S. frugiperda* por metro linear de cultivo) não devem desencadear o manejo, evitando-se aplicações desnecessárias de inseticidas. Visto que cultivares de soja de ciclo indeterminado possuem produção de novas folhas, flores e vagens, conferindo à planta, mesmo que em altos níveis de danos causadas por insetos desfolhadores, uma boa capacidade compensatória (HAYASHIDA et al., 2021).

Torna-se necessário novos estudos para analisar os impactos de infestações de lagartas *S. frugiperda* iguais ou superiores a 16 lagartas por metro linear de cultivo. Além disso, é importante verificar o desempenho de cultivares de ciclo de crescimento determinado e indeterminado, e também realizar estudos com infestações de lagartas em estágios reprodutivos mais avançados da soja.

CONCLUSÃO

Concluiu-se com o experimento realizado a campo que os danos em vagens aumentam de acordo com o aumento da densidade de lagartas. Houve um decréscimo estimado na massa de 100 grãos (g), na densidade de 16 lagartas por metro linear de cultivo. No entanto, os níveis de infestação estudados não afetaram a produtividade de grãos.

Em laboratório, observou-se que uma lagarta *S. frugiperda* consome em média 73,96 cm² de área foliar durante seu ciclo de vida, e que o consumo é crescente com o avanço dos instares larvais. A sobrevivência média ao longo do ciclo de vida da lagarta foi superior a 98%, apresentando-se adepta a cultura da soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 996-1001, 2010b.
- BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R.; OLIVEIRA, M. D. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.137, n.3, p. 237-245, 2010.
- 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, n. 1, p. 61–70, 2013.
- BUENO, A. F.; BATISTELA, M. J.; BUENO, R. C. O. F.; FRANÇA-NETO, J. B.; NISHIKAWA, M. A. N.; FILHO, A. L. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v. 30, p. 937–945, 2011.
- BUENO, R. C.; BUENO, A. F.; MOSCARDI, F.; PARRA, J. R.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: Basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v. 67, n. 2, p. 170–174, 2011.
- CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **Acompanhamento da safra brasileira Grãos**. Brasília-DF, v.8, safra 2020/21. n. 12 – Décimo segundo levantamento, 2021. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Access in: 27 set. 2021.
- CRUZ, I. **A lagarta do cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1995. 45 p.
- EMBRAPA. **Tecnologia de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa-Soja, 2013. 265p. (Sistemas de Produção, n. 16).
- FATTAH, A.; SJAM, S.; DIANA DAUD, I.; SARTIKA DEWI, V.; ILYAS, A. Impact of armyworm *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) attack: Damage and loss of yield of three soybean varieties in South Sulawesi, Indonesia. **JCP**. V. 9, n.3, p. 483-495, 2020.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Estágio de descrições de desenvolvimento de soja, *Glycine Max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v. 11 n.6, p.929, 1971.
- FERREIRA, T. E.; FALEIRO, F. G.; OLIVEIRA, J. S.; SPECHT, A. Resistência de passifloráceas comerciais à lagarta *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Magistra**, Cruz das Almas – BA, V. 30, p. 413-422, 2019.

FOX L. R. Canibalismo em populações naturais. **Annu Rev Ecol Syst** v.6 p.87-106, 1975.

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v.69, n.4, p.488-497, 1976.

HAYASHIDA, R.; GODOY, C. V.; HOBACK, W. W.; BUENO, A.F. Are economic thresholds for IPM decisions the same for low LAI soybean cultivars in Brazil? **Pest Management Science**, v. 77, p. 1256-1261, 2021.

MARQUES, L. H.; CASTRO, B. A.; ROSSETTO, J.; SILVA, O. A. B. N.; MOSCARDINI, V. F.; ZOBIOLE, L. H. S.; SANTOS, A. C.; VALVERDE-GARCIA, P.; BABCOCK, J. M.; RULE, D. M.; FERNANDES, A. O. Efficacy of soybean's event das-81419-2 expressing Cry1F and Cry1Ac to manage key tropical lepidopteran pests under field conditions in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 109, n.4, p. 1922-1928, 2016.

MCPHERSON, R.M.; MOSS, T.P. Response of soybean to natural and simulated corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) pod injury. **Journal of Economic Entomology**, v. 82, n. 6, p. 1767-1772, 1989.

MORAL, R. A.; HINDE, J.; GARCIA BORGES DEMÉTRIO, C. Half-normal plots and overdispersed models in R: The hnp package. **Journal of Statistical Software**, v. 81, n. 10, 2017.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; SOUSA-SILVA, J. C.; PAULA-MORAES, S. V.; ... HUNT, T. E. Plantas hospedeiras de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) nas Américas. **African Entomology**, v. 26, n. 2, p. 286-300, 2018.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In. HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Soja – Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Embrapa, Brasília, p. 211-334, 2012.

NAGOSHI, R. N. Can the amount of corn acreage predict fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation levels in nearby cotton? **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.1, p. 210-218, 2009.

OLIVEIRA, C. M.; AUAD, A. M.; MENDES, S. M.; FRIZZAS, M. R. Crop losses and the economic impact of insects pest on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v. 56, p. 50–54, 2014.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 4 ed. Piracicaba: FEALQ, 138 p., 2000.

- PERKINS, L. E.; CRIBB, B. W.; HANAN, J.; ZALUCKI, M. P. The movement and distribution of *Helicoverpa armigera* (Hubner) larvae on pea plants is affected by egg placement and flowering. **Bulletin of Entomological Research**, v. 100, p. 591-598, 2010.
- PERUCA, R. D.; COELHO, R. G.; DA SILVA, G. G. et al. Impactos das defesas induzidas pela soja no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Arthropod-Plant Interactions**, v.12, p.257–266, 2018.
- POGUE, G. M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memórias da Sociedade Entomológica Americana**, v. 43, p.1-202, 2002.
- POLIS, G. A. A evolução e dinâmica da predação intraespecífica. **Annu Rev Ecol Syst** v.12, p.225-251, 1981.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021. URL <https://www.R-project.org/>.
- 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.
- SILVA, D. M.; BUENO, A. F.; STECCA, C. S.; ANDRADE, K.; NEVES, P. M. O. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Biologia de *Spodoptera eridania* e *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes plantas hospedeiras. **Florida Entomologist**, V.100, n. 4, p. 752-760, 2017.
- SLANSKY JUNIOR, F.; RODRIGUEZ, J. G. **Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates: an overview**. In: Nutritional ecology, of insects, mites, spiders, and related invertebrates. New York: John Wiley & Sons, 1987. p. 1-69.
- SMITH, R. H.; BASS, M. H. Soybean response to various levels of podworm damage. **J. Econ. Entomol.**, v. 65, n. 1, p. 193-195, 1972.
- STACKE, R. F.; ARNEMANN, J. A.; ROGERS, J., STACKE, R. S.; STRAHL, T. T.; PERINI, C. R.; DOSSIN, M. F.; POZEBON, H.; CAVALLIN, L.A.; GUEDES, J. V. C. Damage assessment of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean reproductive stages. **Crop Protection**, v. 112, p. 10-17, 2018.
- VALICENTE, F. H. & TUELHER, E. S. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com Baculovírus**. Cap. 10, p.275-300. 2009. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58112/1/Controle-biologico-2.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

4. CAPÍTULO 2

COMPORTAMENTO E DANOS DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) EM SOJA

RESUMO — *Spodoptera frugiperda* é uma praga que causa grandes danos em culturas de interesse econômico. Nos últimos anos, sua frequência tem aumentado nos campos de soja. Conhecer o dano e comportamento dessa lagarta é imprescindível para adoção de medidas de controle eficazes. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo compreender e quantificar os danos causados pela *S. frugiperda* em diferentes estádios reprodutivos desta cultura. Para isso, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por níveis de infestações de 0, 0,5, 1, 2, 4 lagartas por planta nos estádios fenológicos R1, R3, R4, R5.4 e R6 da cultura. As unidades experimentais foram constituídas de um vaso com duas plantas de soja em suas respectivas densidades de lagartas e estádios fenológicos. Após o período de infestação foram avaliados o número de vagem, número de vagem danificada, número de grãos, número de grãos danificados, sendo as plantas avaliadas em terço superior, médio e inferior. Avaliou-se também a porcentagem de desfolha, massa de 100 grãos e rendimento de grãos. Para avaliação do comportamento dos instares larvais, foi instalado outro experimento em casa de vegetação, em delineamento inteiramente causalizado, com 20 repetições compostas cada uma por um vaso contendo uma planta de soja e uma lagarta em seu respectivo instar. Avaliou-se a região e estrutura da planta ocupada pela lagarta e a atividade da lagarta de 6 em 6 horas, durante dois dias. Com isso, conclui-se que os danos em vagens e em grãos aumentam de acordo com o aumento do número de lagartas por plantas. No entanto, apenas no estágio R1 da soja ocorreu perda de rendimento de grãos com o aumento da densidade de lagartas por planta. Lagartas de *S. frugiperda* são potenciais desfolhadoras. O comportamento da *S. frugiperda* mostra-se variável na planta de soja quando se compara a região da planta, estrutura ocupada e atividade da lagarta em seus diferentes instares larvais.

Palavras-chave: Interação inseto-planta, dinâmica temporal, estádios fenológicos.

**BEHAVIOR AND DAMAGE OF *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) IN SOYBEAN**

ABSTRACT – *Spodoptera frugiperda* is a pest that causes great damage to crops of economic interest. In recent years, its frequency has increased in the soy fields. Knowing the damage and behavior of this caterpillar is essential for the adoption of effective control measures. Therefore, this study aimed to understand and quantify the damage caused by *S. frugiperda* in different reproductive stages of this crop. For this, an experiment was carried out in a greenhouse, in randomized blocks, with four replications. The treatments consisted of infestation levels of 0, 0.5, 1, 2, 4 caterpillars per plant in the phenological stages R1, R3, R4, R5.4 and R6 of the culture. The experimental units consisted of a pot of 2 soybean plants in their respective caterpillar densities and phenological stages. After the infestation period, the number of pods, number of damaged pods, number of grains, and number of damaged grains were evaluated, with the plants being evaluated in upper, middle and lower thirds. The percentage of defoliation, mass of 100 grains and grain yield were also evaluated. To evaluate the behavior of larval instars, another experiment was carried out in a greenhouse, in a completely randomized design, with 20 replications each composed of a pot containing a soybean plant and a caterpillar in its respective instar. The area and structure of the plant occupied by the caterpillar and the caterpillar activity were evaluated every 6 hours for two days. Thus, it is concluded that damage to pods and grains increases with the increase in the number of caterpillars per plant. However, only in the R1 soybean stage there was a loss of grain yield with the increase in the density of caterpillars per plant. *S. frugiperda* caterpillars are potential defoliators. The behavior of *S. frugiperda* is variable in the soybean plant when comparing the position, occupied structure and activity of the caterpillar in its different larval instars.

Key words: Insect-plant interaction, temporal dynamics, phenological stages.

INTRODUÇÃO

A *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada uma ameaça para a produção de grãos no Brasil e no mundo. A importância desta praga está relacionada à alta polifagia, tendo uma diversidade de plantas como hospedeiro (MONTEZANO et al., 2018), com maior relevância nas culturas de interesse econômico, como milho, algodão e soja (POGUE, 2002; BARROS et al., 2010a, b; EARLY et al., 2018).

Na cultura da soja, nos últimos anos, tem ocorrido um aumento expressivo da espécie *S. frugiperda* (BUENO et al., 2011; CONTE et al., 2019). Diante do sistema de produção de grãos adotado no Brasil, com formação de ponte verde e plantas hospedeiras sendo cultivadas ao mesmo tempo, aliado à alta capacidade de dispersão e reprodução dos adultos, várias gerações têm ocorrido ao longo do ano, possibilitando que esta praga circule por todas as culturas (NAGOSHI, 2009; BARROS et al., 2010a; MACHADO et al., 2020).

O comportamento entre os instares larvais de *S. frugiperda* foi relatado em algumas plantas cultivadas, como no algodão e milho (CAPINERA, 2017; VALICENTE, 2015; COOK et al., 2004; LEIGH et al., 1996). Na cultura da soja, sabe-se que lagartas atacam as plântulas rentes ao solo, alimentam-se das folhas na fase inicial da cultura, e há relatos que a praga pode consumir as folhas e as vagens em fase inicial de formação (BARROS et al., 2010b). No entanto, informações sobre o hábito variável entre os instares de *S. frugiperda* na cultura da soja são escassas, assim como os danos causados na fase reprodutiva da soja.

Considerando o elevado potencial de desfolha em plantas de soja e danos nas flores e vagens causados por espécies de *Spodoptera* (BERNARDI et al., 2014), torna-se importante compreender o comportamento desta praga e o dano causado na cultura para que a adoção de estratégias de controle seja adequada, evitando a perda de produtividade (BERNARDI et al., 2014).

Portanto, os objetivos deste estudo foram caracterizar o comportamento entre os instares larvais e quantificar os danos de *S. frugiperda* em diferentes estádios reprodutivos da soja. Essas informações são de grande importância e dão suporte para a aplicação efetiva do Manejo Integrado de Pragas (MIP), com a adoção de estratégias de controle adequadas e evitando a perda de produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

Para estudo dos danos causados por *S. frugiperda* na cultura da soja e comportamento dos diferentes instares larvais, foram realizados dois experimentos durante os anos de 2020 e 2021, em casa-de-vegetação localizada no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul (MS).

A cultivar de soja utilizada nos experimentos foi a BMX Potência RR (não Bt), grupo de maturação 6.7 e hábito de crescimento indeterminado. As lagartas de *S. frugiperda* foram oriundas da criação massal do Laboratório de Entomologia Aplicada da (UFGD), mantidas em sala de criação sob temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h, em recipientes de 100 ml contendo dieta artificial (GREENE et al., 1976; PARRA, 2000) e, para ambientação, foram alimentadas com folhas de soja 24 horas antes da infestação nas plantas.

Níveis de dano de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja

O delineamento experimental utilizado para estudo dos níveis de dano de *S. frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja foi em blocos causalizados em esquema fatorial 5×5 , totalizando 25 tratamentos com quatro repetições. O primeiro fator foi representado pelos níveis de infestações: 0, 0,5, 1, 2 e 4 lagartas por planta e o segundo fator por cinco estádios fenológicos: R1, R3, R4, R5.4 e R6. As unidades experimentais foram constituídas por um vaso plástico com duas plantas de soja e seus respectivos níveis de infestação e estádios fenológicos.

A semeadura foi realizada de forma manual em vasos plásticos com capacidade de 10 litros, contendo solo, areia e substrato, na proporção de 1:1:1, com correção de acidez e adubação. Foram semeadas em cada vaso seis sementes e no estágio fenológico V1 (folhas unifolioladas completamente desenvolvidas) realizou-se o desbaste, deixando apenas duas plântulas, sendo essas irrigadas sempre que necessário ao longo de todo o ciclo. Os tratamentos culturais seguiram as recomendações técnicas para a cultura, realizando adaptações para o cultivo em condição de casa-de-vegetação.

Quando as plantas alcançaram os respectivos estádios fenológicos, seguindo a escala fenológica de Fehr et al. (1971), foi realizada a infestação das lagartas de forma manual, utilizando lagartas de terceiro instar, infestadas no terço médio da planta com auxílio de um pincel.

Os vasos foram cobertos com gaiolas formadas por tecido do tipo “voil” (50x150 cm) para manter os diferentes níveis de infestação nas unidades experimentais. As gaiolas foram mantidas por 20 dias sobre as plantas após a infestação, sendo as mesmas avaliadas a cada dois dias, e, quando necessário, foi realizada a correção da densidade de lagartas. Após este período, as gaiolas foram retiradas e as plantas foram mantidas livres de qualquer praga até a maturação fisiológica da cultura.

Após os 15 dias de infestação, foram avaliadas as injúrias causadas pelas lagartas em cada planta da parcela. No final do ciclo da cultura, foram avaliadas as seguintes variáveis: número de vagens, número de vagens danificadas, número de grãos, número de grãos danificados, peso de 100 grãos e produtividade de grãos. As plantas foram avaliadas separadamente e divididas em terço superior, médio e inferior.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e análise de variância, sendo os dados transformados e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. O programa utilizado para as análises foi o GENES (CRUZ, 2013).

Comportamento da lagarta *S. frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de soja

Para o estudo do comportamento entre os instares larvais de *S. frugiperda* na soja, avaliou-se os seis instares de lagartas de *S. frugiperda* em 20 repetições cada. Cada unidade experimental foi constituída por uma planta de soja cultivada em vaso plástico (10 L) e uma lagarta *S. frugiperda* em seu respectivo instar de estudo.

A semeadura da soja foi realizada de forma escalonada, visando sincronizar as plantas com as lagartas aptas para infestação, de forma que, no momento da infestação das lagartas de cada instar, as plantas estivessem em estágio R3-R4, apresentando folhas, flores e vagens. Foram utilizados para o cultivo da soja vasos plásticos com capacidade de 10 litros, contendo solo, areia e substrato, na proporção de 1:1:1. A adubação seguiu a exigência nutricional e a recomendação técnica para a cultura. Foram semeadas, em cada vaso, cinco sementes e, no estágio fenológico V1

(folhas unifolioladas completamente desenvolvidas), foi realizado o desbaste, deixando apenas uma plântula, sendo essa irrigada sempre que necessário ao longo de todo o ciclo.

A infestação foi realizada com auxílio de um pincel de ponta fina, e, para manter as lagartas em cada unidade experimental, os vasos foram cobertos com gaiolas formadas por tecido do tipo “voil” (50x150 cm). Um estudo preliminar foi realizado para determinar o local de infestação das lagartas na planta de soja, as quais foram colocadas no terço médio da planta sobre a folha.

As avaliações comportamentais das lagartas foram realizadas de seis em seis horas, durante 48 horas de duração do instar larval. Foram registradas as atividades da lagarta presente em cada gaiola nesse período, observando as seguintes variáveis: região ocupada na planta (terço inferior, médio ou superior), a estrutura da planta ocupada pela lagarta (flor, vagem, haste, pecíolo, página abaxial ou adaxial da folha) e a atividade da lagarta (movimento, repouso ou alimentação). Para cada horário de avaliação, foram anotados os dados referentes à temperatura e umidade relativa do ar, obtidos com auxílio de termômetro digital (Anexo 2).

O comportamento de distribuição/preferência dos insetos nas regiões e estruturas avaliadas foi comparado entre as regiões pela sobreposição de intervalos de confiança gerados por um modelo com distribuição multinomial, empregando-se o método Sisonglaz, função MultinomCI do pacote DescTools (SIGNORELL et al. 2019) do software R (R CORE TEAM, 2021).

RESULTADOS

Níveis de dano de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja

Os dados mostram respostas diferentes para ataque de lagartas *S. frugiperda* dentre os estádios reprodutivos estudados. Para melhor entendimento, os resultados são apresentados por estágio fenológico em que ocorreu a infestação da praga nas plantas de soja.

No estágio R1 das plantas de soja, houve uma redução significativa no número de vagens e número de grãos na densidade de 4 lagartas por planta em relação às demais densidades estudadas em todos os terços e na planta inteira (Quadro 1). Essa

redução está relacionada à destruição praticamente total da planta, causada pelas lagartas neste estágio fenológico da soja. Em relação à variável número de vagens danificadas e número de grãos danificados, não houve diferença significativa entre as densidades de lagartas em nenhum terço da planta (Quadro 1).

No estágio R3, os danos em vagens e grãos mostraram-se diferentes significativamente entre as densidades de lagartas apenas nos terços médio e superior e de forma total na planta, sendo maior o ataque conforme o aumento do número de lagartas (Quadro 2). As médias para número de vagens e número de grãos não diferiram significativamente em relação à densidade de infestação em nenhum dos terços da planta, e nem de forma total neste estágio fenológico (Quadro 2).

No estágio R4, não ocorreu diferença significativa no número de vagens, número de grãos e danos nessas estruturas em relação à densidade de infestação nos terços da planta (Quadro 3). Mas, ao avaliar os dados de maneira total, observa-se que houve diferença significativa entre as médias de número de vagens e número de grãos, sendo as maiores médias na infestação de 2 e 4 lagartas por planta em relação as demais densidades de lagartas (Quadro 3).

Ao analisar os dados no estágio R5.4 nota-se que não houve diferença significativa em todas as variáveis em relação ao aumento do número de lagartas por planta, mesmo quando analisados os dados de maneira total (Quadro 4).

No estágio fenológico R6, foi possível observar que no terço inferior da planta houve diferença significativa no número de vagens por planta, sendo a menor média de número de vagens quando ocorreu a infestação de duas lagartas por planta (Quadro 5). As demais variáveis nos diferentes terços e de maneira total na planta não apresentaram diferença significativa em relação ao número de lagartas presentes na planta.

Quadro 1. Número de vagens, vagens danificadas, grãos e grãos danificados nos terços superior, médio, inferior e na planta inteira de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* no estágio fenológico R1. Dourados, MS. 2022.

Tratamento		Terço inferior		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	3.50 a	0.00 a	7.00 a	0.00 a
0.5	2.25 a	0.00 a	4.00 a	0.00 a
1	2.00 a	0.00 a	3.75 a	0.00 a
2	1.38 a	0.00 a	3.38 a	0.00 a
4	0.00 b	0.00 a	0.00 b	0.00 a
CV%	36.42	0.00	37.28	0.00
Tratamento		Terço médio		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	4.50 a	0.00 a	11.13 a	0.00 a
0.5	5.75 a	0.13 a	12.63 a	0.00 a
1	6.38 a	0.13 a	14.25 a	0.00 a
2	4.88 a	0.00 a	10.88 a	0.00 a
4	0.25 b	0.00 a	0.50b	0.00 a
CV%	14.26	0.32	23.47	0.00
Tratamento		Terço superior		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	3.88 a	0.00 a	9.50 a	0.00 a
0.5	2.38 a	0.00 a	5.50 a	0.00 a
1	3.25 a	0.00 a	8.13 a	0.00 a
2	2.38 a	0.00 a	5.75 a	0.00 a
4	0.13 b	0.00 a	0.25 b	0.00 a
CV%	38.51	0.00	38.56	0.00
Tratamento		TOTAL		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	11.88 a	0.00 a	27.63 a	0.00 a
0.5	10.38 a	0.13 a	22.13 a	0.00 a
1	11.63 a	0.13 a	26.13 a	0.00 a
2	8.63 a	0.00 a	20.00 a	0.00 a
4	0.38 b	0.00 a	0.75 b	0.00 a
CV%	22.54	0.32	23.78	0.00

*Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Quadro 2. Número de vagens, vagens danificadas, grãos e grãos danificados nos terços superior, médio, inferior e na planta inteira de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* no estágio fenológico R3. Dourados, MS. 2022.

Tratamento		Terço inferior		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	4.88 a	0.00 a	10.38 a	0.00 a
0.5	3.63 a	0.25 a	8.50 a	0.13 a
1	4.00 a	0.13 a	8.88 a	0.38 a
2	2.50 a	0.25 a	5.88 a	0.25 a
4	3.50 a	0.63 a	7.63 a	0.75 a
CV%	16.17	0.12	19.50	0.16
Tratamento		Terço médio		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	14.00 a	0.00 b	30.50 a	0.13 b
0.5	12.75 a	0.25 ab	28.88 a	0.25 ab
1	14.13 a	0.50 ab	31.88 a	0.50 ab
2	12.25 a	0.75 ab	27.63 a	1.38 ab
4	9.75 a	1.50 a	21.88 a	2.13 a
CV%	20.82	67.13	36.68	70.04
Tratamento		Terço superior		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	7.00 a	0.00 b	17.63 a	0.00 c
0.5	5.13 a	0.38 ab	13.88 a	0.13 bc
1	6.63 a	0.50 ab	17.50 a	0.50 abc
2	5.38 a	1.13 a	12.50 a	1.00 ab
4	4.75 a	1.38 a	11.75 a	1.13 a
CV%	13.24	58.07	13.91	69.44
Tratamento		TOTAL		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	25.88 a	0.00 c	58.50 a	0.13 b
0.5	21.50 a	0.88 b	51.25 a	0.50 b
1	24.75 a	1.13 b	58.25 a	1.38 ab
2	20.13 a	2.13 ba	46.00 a	2.63 a
4	18.00 a	3.50 a	41.25 a	4.00 a
CV%	37.32	22.62	35.59	24.47

*Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Quadro 3. Número de vagens, vagens danificadas, grãos e grãos danificados nos terços superior, médio, inferior e na planta inteira de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* no estágio fenológico R4. Dourados, MS. 2022.

Tratamento		Terço inferior		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	3.88 a	0.00 a	9.00 a	0.00 a
0.5	3.63 a	0.13 a	8.38 a	0.25 a
1	4.75 a	0.13 a	9.00 a	0.13 a
2	3.88 a	0.50 a	9.75 a	0.13 a
4	6.63 a	0.25 a	14.00 a	0.25 a
CV%	16.96	0.14	19.66	21.31
Tratamento		Terço médio		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	20.13 a	0.00 a	50.75 a	0.00 a
0.5	19.75 a	0.25 a	49.00 a	0.38 a
1	19.25 a	0.88 a	45.50 a	0.25 a
2	23.75 a	1.13 a	58.00 a	0.25 a
4	23.00 a	2.13 a	58.25 a	0.50 a
CV%	10.90	0.12	10.20	25.36
Tratamento		Terço superior		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	9.88 a	0.13 a	23.00 a	0.13 a
0.5	10.50 a	0.13 a	26.13 a	0.13 a
1	12.00 a	1.00 a	28.63 a	0.13 a
2	12.38 a	0.63 a	31.38 a	0.00 a
4	14.63 a	1.00 a	37.00 a	0.38 a
CV%	15.09	36.08	26.07	0.18
Tratamento		TOTAL		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	33.88 b	0.13 a	82.75 b	0.13 a
0.5	33.88 b	0.50 a	83.50 b	0.75 a
1	36.00 ab	2.00 a	83.13 b	0.50 a
2	40.00 ab	2.25 a	99.13 ab	0.38 a
4	44.25 a	3.38 a	109.25 a	1.13 a
CV%	5.88	68.34	5.43	82.89

*Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Quadro 4. Número de vagens, vagens danificadas, grãos e grãos danificados nos terços superior, médio, inferior e na planta inteira de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* no estágio fenológico R5.4. Dourados, MS. 2022.

Tratamento		Terço inferior		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	5.00 a	0.00 a	10.13 a	0.00 a
0.5	6.00 a	0.00 a	12.75 a	0.00 a
1	6.38 a	0.00 a	13.38 a	0.00 a
2	5.00 a	0.00 a	11.25 a	0.00 a
4	5.88 a	0.00 a	11.75 a	0.00 a
CV%	13.36	0.00	10.02	0.00
Tratamento		Terço médio		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	18.50 a	0.00 a	41.25 a	0.00 a
0.5	17.50 a	0.38 a	38.88 a	0.00 a
1	19.75 a	0.00 a	46.00 a	0.13 a
2	18.88 a	0.38 a	42.25 a	0.13 a
4	21.88 a	0.63 a	47.63 a	0.13 a
CV%	8.15	138.30	6.83	13.20
Tratamento		Terço superior		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	9.50 a	0.00 a	22.75 a	0.00 a
0.5	8.50 a	0.13 a	20.50 a	0.00 a
1	9.38 a	0.38 a	21.38 a	0.13 a
2	9.75 a	0.38 a	22.25 a	0.00 a
4	9.38 a	0.63 a	22.25 a	0.13 a
CV%	25.08	143.12	15.23	273.86
Tratamento		TOTAL		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	33.00 a	0.00 a	74.13 a	0.00 a
0.5	32.00 a	0.50 a	72.13 a	0.00 a
1	35.50 a	0.38 a	80.75 a	0.25 a
2	33.63 a	0.75 a	75.75 a	0.13 a
4	37.13 a	1.25 a	81.63 a	0.25 a
CV%	7.39	120.85	12.79	16.11

*Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Quadro 5. Número de vagens, vagens danificadas, grãos e grãos danificados nos terços superior, médio, inferior e na planta inteira de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* no estágio fenológico R6. Dourados, MS. 2022.

Tratamento		Terço inferior		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	8.38 ab	0.13 a	17.50 a	0.00 a
0.5	5.38 ab	0.00 a	12.13 a	0.00 a
1	6.38 ab	0.00 a	12.50 a	0.00 a
2	3.63 b	0.00 a	7.25 a	0.00 a
4	8.63 a	0.00 a	18.13 a	0.00 a
CV%	38.35	0.45	46.91	0.00
Tratamento		Terço médio		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	18.00 a	0.00 a	38.63 a	0.00 a
0.5	19.00 a	0.00 a	40.88 a	0.00 a
1	20.50 a	0.25 a	44.50 a	0.13 a
2	20.75 a	0.38 a	46.38 a	0.00 a
4	18.88 a	0.25 a	35.88 a	0.25 a
CV%	8.02	0.15	28.26	0.28
Tratamento		Terço superior		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	20.50 a	0.00 a	46.00 a	0.00 a
0.5	18.75 a	0.13 a	42.00 a	0.00 a
1	18.75 a	0.13 a	39.75 a	0.00 a
2	18.25 a	0.15 a	40.50 a	0.00 a
4	15.00 a	0.63 a	37.63 a	0.00 a
CV%	13.27	0.16	9.11	0.00
Tratamento		TOTAL		
Nº de lagartas	Nº vagens	Nº vagem danificadas	Nº grãos	Nº grãos danificados
0	46.88 a	0.13 a	102.13 a	0.00 a
0.5	43.13 a	0.13 a	95.00 a	0.00 a
1	45.63 a	0.38 a	96.75 a	0.13 a
2	42.63 a	0.50 a	94.13 a	0.00 a
4	42.50 a	0.88 a	91.63 a	0.25 a
CV%	5.90	0.11	3.89	0.28

*Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Com relação à desfolha causada por lagartas *S. frugiperda*, observa-se um aumento linear da porcentagem de desfolha em relação ao acréscimo do número de lagartas por planta em todos os estádios fenológicos estudados (Quadro 6). Eles são maiores na densidade de 4 lagartas por plantas nos estádios R1, R3 e R5.4, e nas densidades 2 e 4 nos estádios R4 e R6. A porcentagem de desfolha foi mais intensa no estágio fenológico R1, onde houve cerca de 97,5% de desfolha na densidade de 4 lagartas por planta.

Nos dados de massa de 100 grãos, nota-se que houve diferença significativa da média em relação aos números de lagartas apenas nos estádios R1 e R3, sendo que houve uma diminuição significativa da massa de 100 grãos com número de 4 lagartas por plantas em relação as demais densidades que não diferiram significativamente entre si nos dois estádios fenológicos (Quadro 7).

Ao analisar o rendimento estimado em kg por hectare observa-se diferença significativa apenas no estágio R1, sendo essa diferença na diminuição do peso na densidade de 4 lagartas por planta em relação às demais (Quadro 7).

Quadro 6. Porcentagem de desfolha da soja infestada com *Spodoptera frugiperda* nos estádios reprodutivos. Dourados, MS. 2022.

Tratamento		Desfolha (%)
Estádio	Nº de lagartas	
R1	0	5 c
R1	0.5	22.50 bc
R1	1	27.50 b
R1	2	38.75 b
R1	4	97.50 a
CV%		21.34
Tratamento		Desfolha (%)
Estádio	Nº de lagartas	
R3	0	5.00 d
R3	0.5	12.50 cd
R3	1	27.50 bc
R3	2	37.50 b
R3	4	73.75 a
CV%		16.94
Tratamento		Desfolha (%)
Estádio	Nº de lagartas	
R4	0	5.00 c
R4	0.5	11.25 c
R4	1	25.00 b
R4	2	32.50 ab
R4	4	50.00 a
CV%		14.08
Tratamento		Desfolha (%)
Estádio	Nº de lagartas	
R5.4	0	5.00 d
R5.4	0.5	6.25 d
R5.4	1	12.50 c
R5.4	2	30.00 b
R5.4	4	47.50 a
CV%		9.50
Tratamento		Desfolha (%)
Estádio	Nº de lagartas	
R6	0	5.00 c
R6	0.5	7.50 c
R6	1	22.50 b
R6	2	33.75 ab
R6	4	45.00 a
CV%		15.53

*Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Quadro 7. Peso de 100 grãos e rendimento de grãos de soja infestada com *Spodoptera frugiperda* nos estádios reprodutivos. Dourados, MS. 2022.

Tratamento		Peso de 100 grãos (g)	Rendimento (kg.ha⁻¹)
Estádio	Nº de lagartas		
R1	0	11.22 a	739.40 a
R1	0.5	12.27 a	655.78 a
R1	1	12.46 a	759.34 a
R1	2	11.19 a	540.78 a
R1	4	2.68 b	78.94 b
CV%		25.39	27.46

Tratamento		Peso de 100 grãos (g)	Rendimento (kg.ha⁻¹)
Estádio	Nº de lagartas		
R3	0	10.25 a	1430.71 a
R3	0.5	9.50 a	1208.20 a
R3	1	9.09 a	1317.39 a
R3	2	8.81 a	968.07 a
R3	4	5.68 b	601.71 a
CV%		23.13	7.03

Tratamento		Peso de 100 grãos (g)	Rendimento (kg.ha⁻¹)
Estádio	Nº de lagartas		
R4	0	11.84 a	2282.30 a
R4	0.5	11.55 a	2244.72 a
R4	1	10.96 a	2174.48 a
R4	2	12.30 a	2748.82 a
R4	4	11.38 a	2729.82 a
CV%		4.88	8.26

Tratamento		Peso de 100 grãos (g)	Rendimento (kg.ha⁻¹)
Estádio	Nº de lagartas		
R5.4	0	14.84 a	2661.95 a
R5.4	0.5	14.76 a	2489.15 a
R5.4	1	13.83 a	2641.48 a
R5.4	2	15.02 a	2637.17 a
R5.4	4	14.20 a	2734.23 a
CV%		5.21	13.05

Tratamento		Peso de 100 grãos (g)	Rendimento (kg.ha⁻¹)
Estádio	Nº de lagartas		
R6	0	15.06 a	3602.52 a
R6	0.5	16.05 a	3557.75 a
R6	1	15.85 a	3741.05 a
R6	2	14.83 a	3659.27 a
R6	4	15.99 a	3660.12 a
CV%		5.64	8.13

*Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Comportamento da lagarta *S. frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de soja

De modo geral, os dados mostram que ocorreu variabilidade no comportamento das lagartas de *S. frugiperda* de seus diferentes instares larvais em relação à região ocupada na planta, estrutura e atividade da lagarta em plantas de soja.

A região da planta ocupada por lagartas de primeiro instar teve uma variação em função dos períodos que foram observados. No entanto, nota-se que o percentual de lagartas de primeiro instar presentes no terço inferior da planta e no solo foram significativamente superiores às demais regiões, independentes do período de tempo. (Figura 1).

Com relação à estrutura da planta ocupada, apesar de a maior porcentagem de lagartas estar presentes na superfície do solo, observa-se proporção significativa na haste da planta nos períodos iniciais, seguido pela ocupação da parte adaxial, abaxial da folha e também no pecíolo (Figura 1). A atividade observada neste instar larval em repouso foi significativamente maior em todos os períodos avaliados.

Lagartas *S. frugiperda* de segundo instar na planta de soja também estiveram em maior quantidade na superfície do solo, no terço inferior e seguido pelo terço médio em ambos os períodos de avaliação (Figura 2).

Entre as maiores porcentagens de estrutura da planta ocupada, observa-se ocupação significativa na parte adaxial das folhas, porém grande parte das lagartas ainda se encontrava na superfície do solo. Nos períodos iniciais de avaliação, não se observou diferença significativa na atividade das lagartas, posteriormente observou-se que a maior porcentagem se mantinha em repouso (Figura 2).

Ao observar lagartas de terceiro instar nas plantas de soja, nota-se que houve um aumento na porcentagem de lagartas ocupando o terço superior da planta (Figura 3). Houve também aumento de porcentagem de lagartas ocupando a página abaxial da folha. Além disso, observa-se considerável proporção de lagartas em atividade de alimentação (Figura 3).

Lagartas de quarto instar mostraram se distribuídas de forma heterogênea na planta de soja, sendo ainda a maior porcentagem no terço inferior da planta em todos os períodos avaliados (Figura 4). Quanto à estrutura ocupada pela lagarta, observa-se a maior presença na parte abaxial das folhas. A maior porcentagem das lagartas se manteve em repouso nos períodos avaliados (Figura 4).

As lagartas de *S. frugiperda* em quinto instar também se mostraram dispersas na planta de soja, não ocorrendo diferença significativa entre as médias de porcentagem nos períodos iniciais (Figura 5). Pode-se observar, nos períodos posteriores, um aumento de lagartas próximo ao solo e no tecido da gaiola. A maior porcentagem de lagartas encontrava-se significativamente em repouso nos períodos das avaliações (Figura 5).

As lagartas de sexto instar estavam significativamente em alta porcentagem no solo e em repouso (Figura 6), o que pode relacionar-se pelo fato de estarem próximos do período pupal.

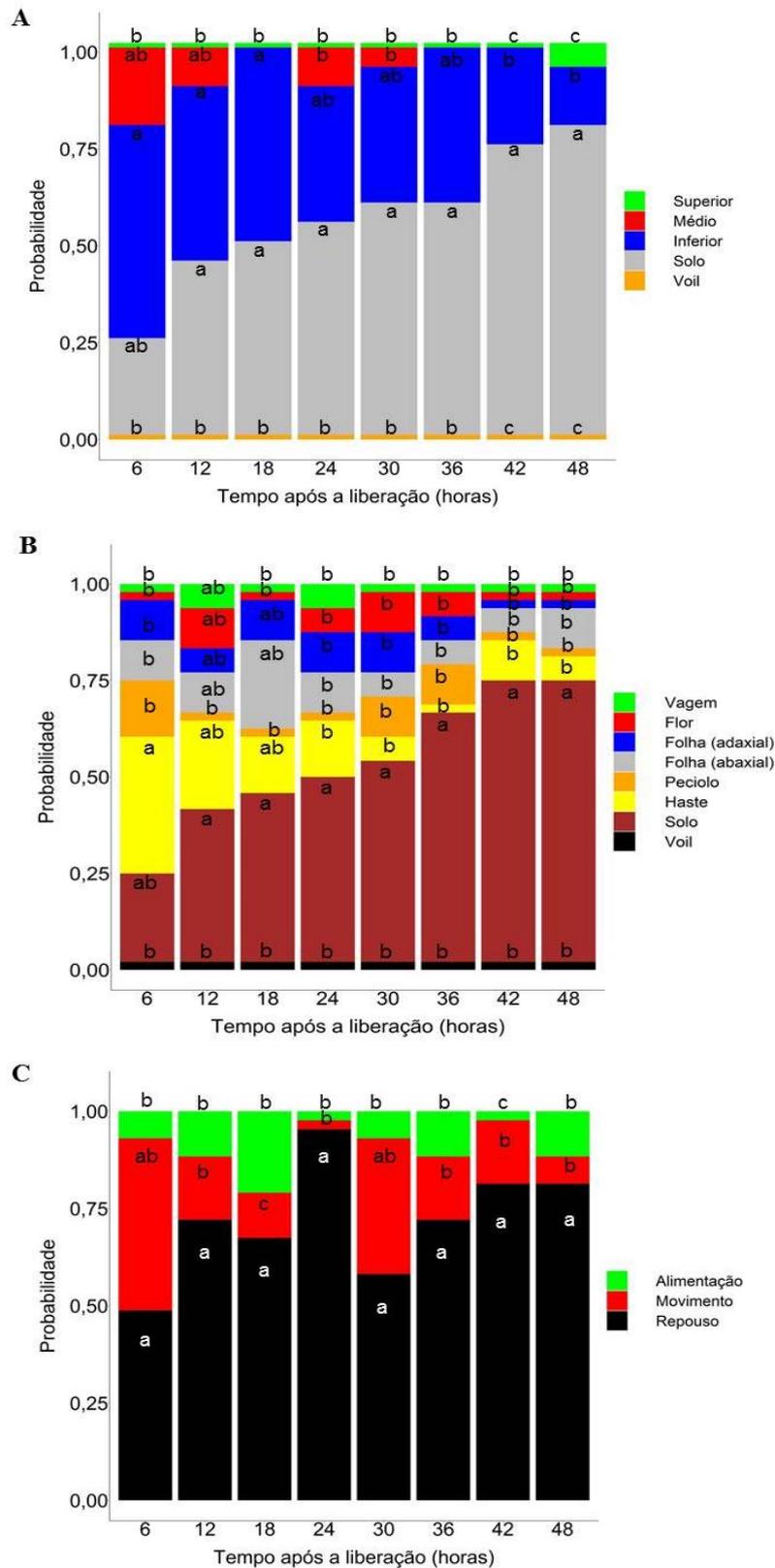


Figura 1. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de primeiro instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) região, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS. 2022.

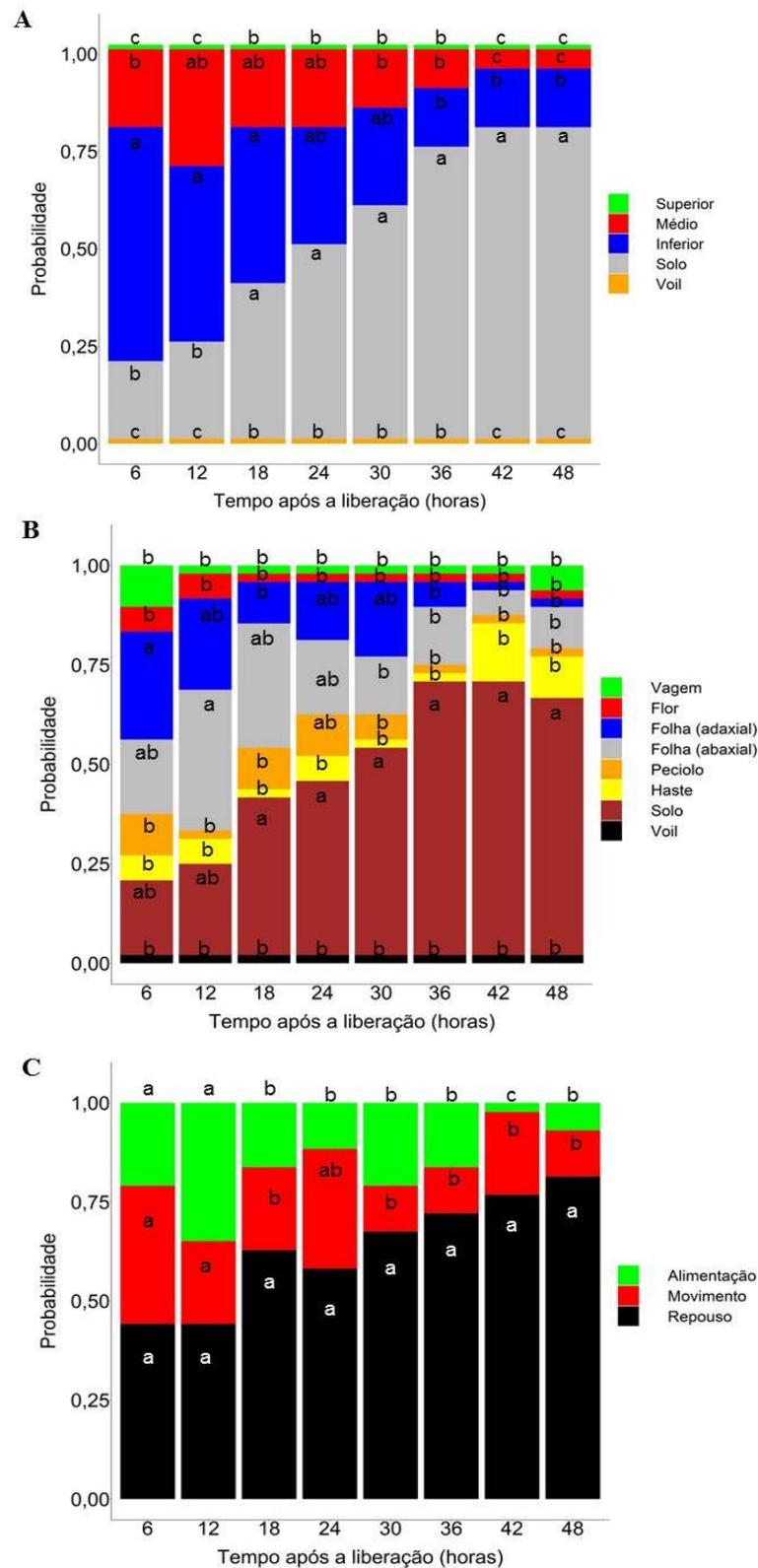


Figura 2. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de segundo instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) região, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS, 2022.

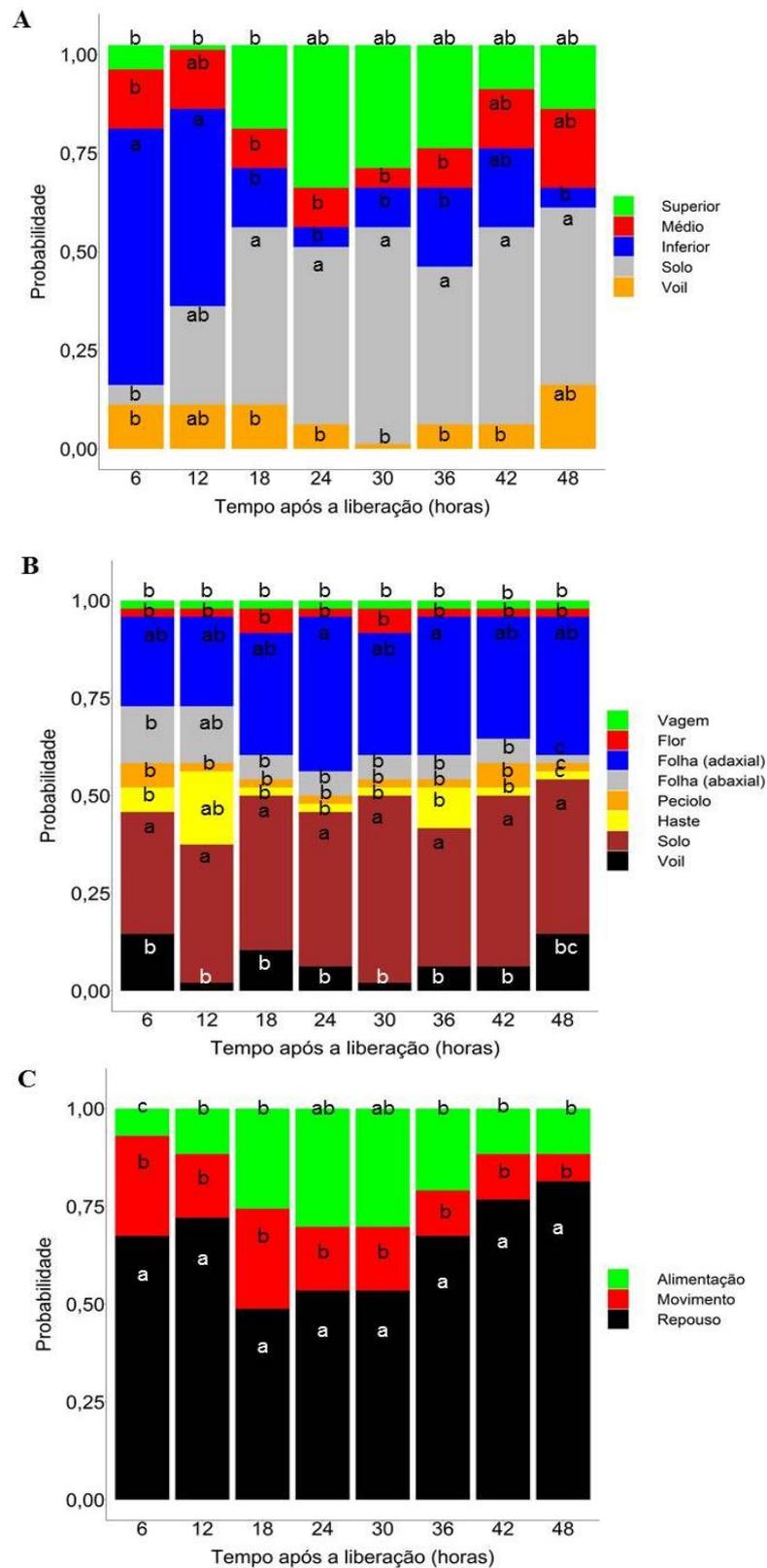


Figura 3. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de terceiro instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) região, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS. 2022.

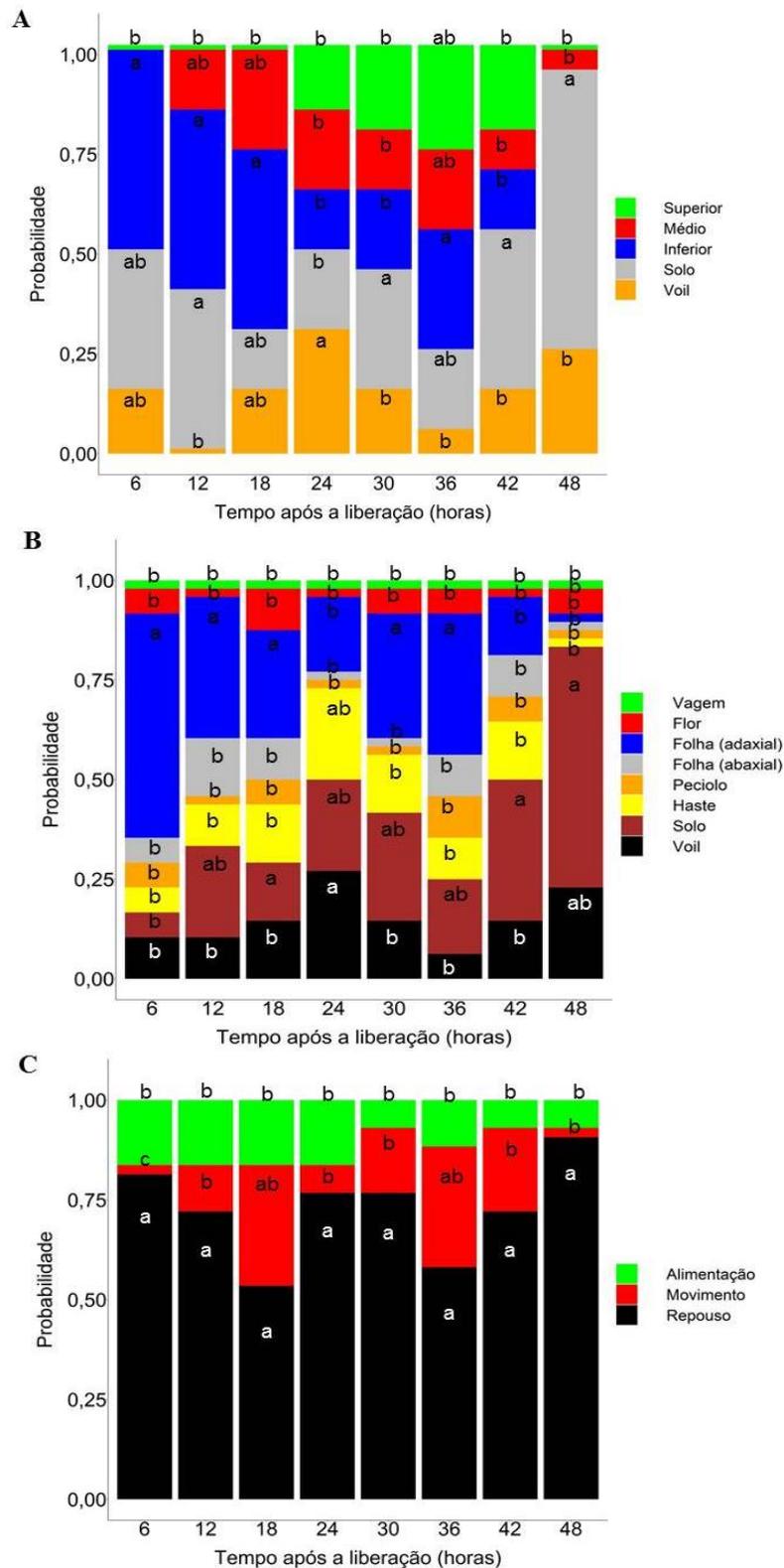


Figura 4. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de quarto instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) região, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS, 2022.

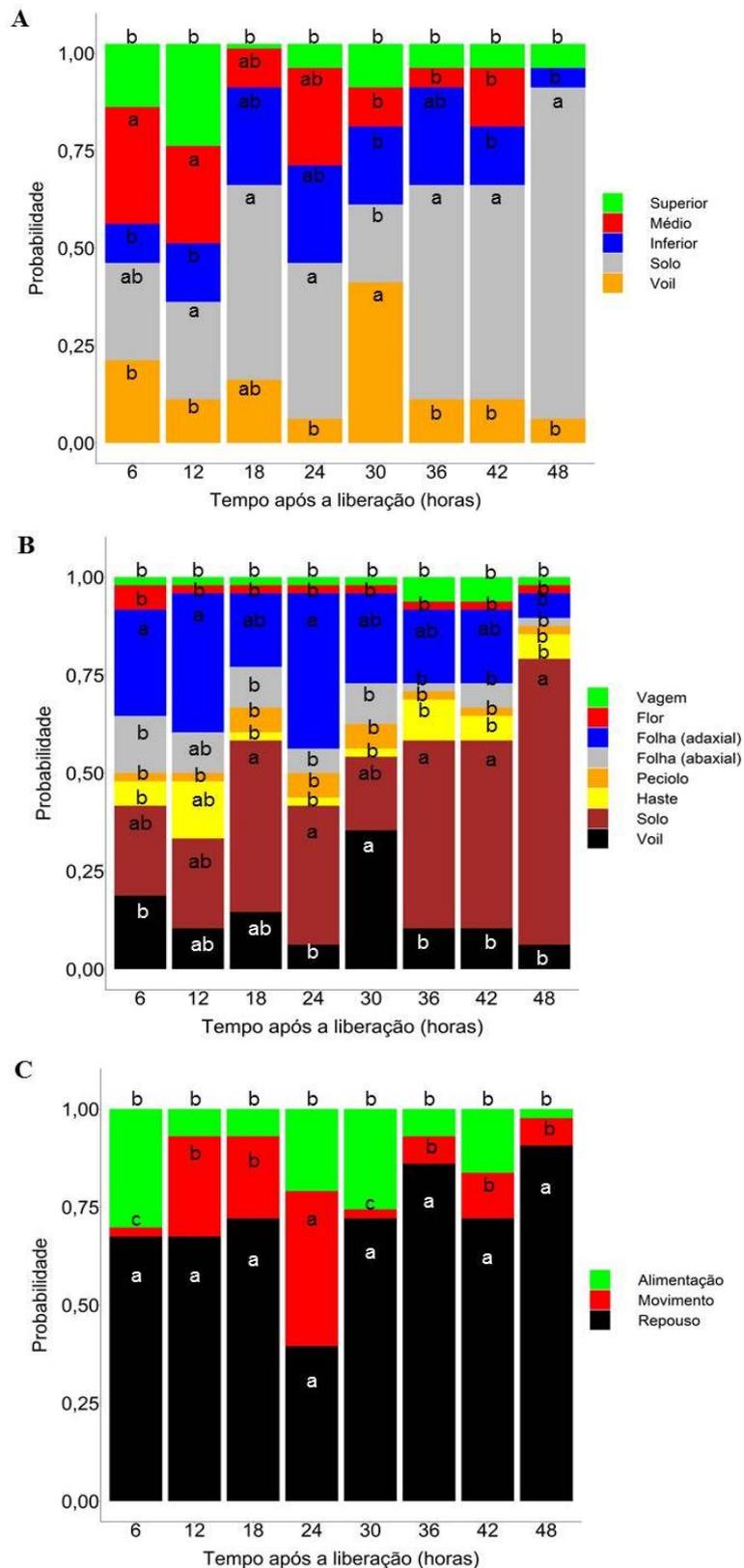


Figura 5. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de quinto instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) região, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS. 2022.

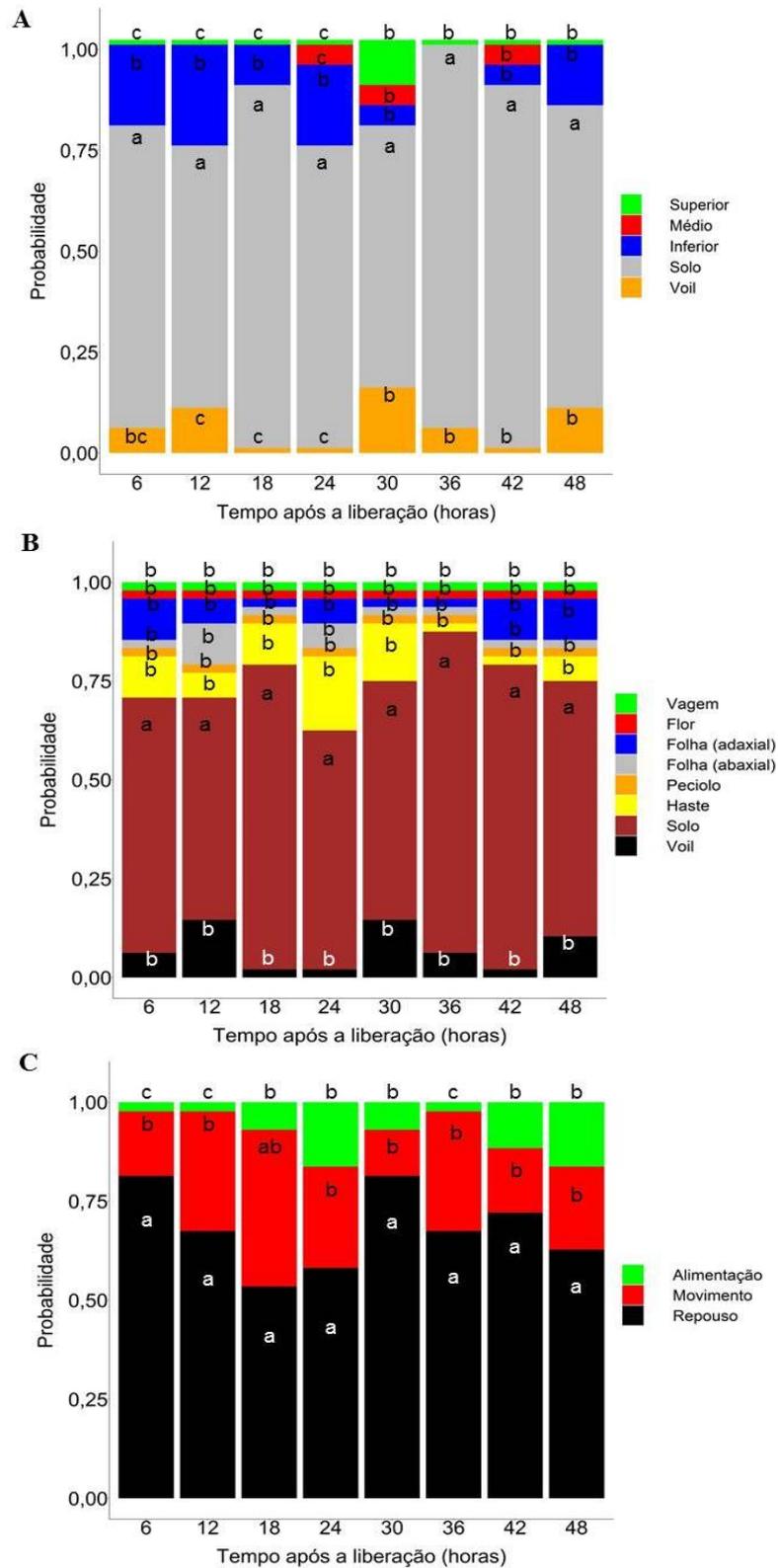


Figura 6. Probabilidade de lagartas *Spodoptera frugiperda* de sexto instar presentes em plantas de soja em estágio R3-R4, de acordo com diferentes períodos de tempo após a infestação e (A) região, (B) estrutura da planta e (C) atividade da lagarta. Dourados, MS. 2022.

DISCUSSÃO

Os danos causados por lagartas *S. frugiperda* mostraram-se diferentes nos estádios reprodutivos avaliados neste estudo. Apenas no estágio reprodutivo inicial (R1) houve declínio no rendimento de grãos em relação ao aumento de número de lagartas nas plantas. Estes resultados mostram uma resposta diferente da planta de soja quando atacada por *S. frugiperda* em comparação aos danos de *Helicoverpa armigera* em diferentes estádios reprodutivos da soja, como relatado por Stacke et al. (2018), ao observar que a taxa de perda de grãos pode ser maior quando a infestação de lagartas ocorre em estádios reprodutivo mais avançados. Isso mostra como o comportamento das diversas espécies de lepidópteros praga pode influenciar em intensidades e estádios fenológicos diferentes.

Pode-se observar que os danos em vagens e em grãos foram maiores de acordo com o aumento do número de lagartas nas plantas, principalmente no estágio R3 da cultura. Fattah et al. (2020), ao avaliar diferentes densidades populacionais de *Spodoptera litura* em soja no estágio reprodutivo, observaram que também há maior dano e perda de rendimento de grãos com o aumento populacional da praga.

Com relação aos dados obtidos de porcentagem de desfolha, observa-se um elevado potencial de desfolha causado pelo aumento do número de lagartas de *S. frugiperda* em plantas de soja, principalmente quando as plantas se encontram em estádios reprodutivos iniciais. Bueno et al. (2011) já haviam relatado o elevado poder de desfolha causado por lagartas *S. frugiperda*, podendo ser esses danos semelhantes aos de *A. gemmatilis* na soja.

Nota-se uma variabilidade diante do comportamento dos diferentes instares larvais de *S. frugiperda* obtidos no presente estudo. Nos instares iniciais, o percentual de lagartas no terço inferior da planta, ocupando a haste da planta e as folhas, com baixa movimentação, foi maior. A partir do terceiro e quarto instar, as lagartas mostraram-se mais capazes de se movimentar na planta de soja, aumentando também sua alimentação.

As lagartas de *S. frugiperda* em quinto para sexto instar voltam a ficar mais próximas à superfície do solo e permanecem, na maior parte, em repouso, o que pode estar relacionado a proximidade do período pupal. Este comportamento, com o hábito variável dos instares larvais da *S. frugiperda* semelhante à deste estudo, havia sido relatado por Cook et al. (2004) em plantas de algodão.

De maneira geral, ao avaliar o comportamento de *S. frugiperda* em plantas de soja, observa-se que a praga é capaz de atacar as diferentes estruturas vegetativas e reprodutivas da planta. Além de danificar vagens, lagartas de *S. frugiperda* são potenciais desfolhadoras. Ainda assim, o nível de ação adotado para controle de *Spodoptera* spp. na soja mostra-se relativamente conservador (JUSTUS et al., 2022), e o controle com uso de inseticidas é justificado quando há 30% ou mais de desfolha no estágio vegetativo da planta, ou 15% de desfolha no estágio reprodutivo.

No presente estudo, apesar da alta porcentagem de desfolha observada nas densidades de 2 e 4 lagartas por planta nos estádios reprodutivos estudados, nota-se que houve redução no rendimento de grãos apenas no estágio R1, quando ocorreu a infestação de 4 lagartas por planta. Com isso, aplicações de inseticidas com populações abaixo dos níveis de ação devem ser evitadas, pois não apresentam retorno financeiro em produtividade.

CONCLUSÃO

Concluiu-se, com o experimento de níveis de dano de *S. frugiperda* no estágio reprodutivo da soja, que os danos em vagens e em grãos aumentam de acordo com o crescimento do número de lagartas por plantas. No entanto, neste estudo, apenas no estágio R1 da soja ocorre perda de rendimento de grãos com o aumento da densidade de lagartas por planta.

Lagartas de *S. frugiperda* são potenciais desfolhadoras. O comportamento da *S. frugiperda* mostra-se variável na planta de soja quando se compara a região, estrutura ocupada e atividade da lagarta em seus diferentes instares larvais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 996-1001, 2010b.
- BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R.; OLIVEIRA, M. D. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.137, n.3, p. 237-245, 2010a.
- BERNARDI, O.; SORGATTO, R. J.; BARBOSA, A. D.; DOMINGUES, F. A.; DOURADO, P. M.; CARVALHO, R. A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. Low susceptibility of *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically-modified soybean expressing Cry1Ac protein. **Crop Protection**, v. 58, p. 33-40, 2014.
- BUENO, R. C.; BUENO, A. F.; MOSCARDI, F.; PARRA, J. R.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: Basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v. 67, n. 2, p. 170–174, 2011.
- CAPINERA, J. L. **Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae)**. Extension Service, University of Florida, 2017.
- CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S.; PRANDO, A. M.; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A.; MARX, E. F. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2018/19 no Paraná**. Londrina: Embrapa, 65p. (Documentos, 416), 2019.
- COOK, D. R.; LEONARD, B. R.; GORE, J. Field and laboratory performance of novel insecticides against armyworms (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, v. 87, n. 4, p. 433-439, 2004.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- EARLY, R.; GONZÁLEZ-MORENO, P. MURPHY, S.T.; DAY, R. Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. **NeoBiota**. v.40, p. 25-50, 2018.
- FATTAH, A.; SJAM, S.; DIANA DAUD, I.; SARTIKA DEWI, V.; ILYAS, A. Impact of armyworm *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) attack: Damage and loss of yield of three soybean varieties in South Sulawesi, Indonesia. **JCP**. v. 9, n.3, p. 483-495, 2020.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Estágio de descrições de desenvolvimento de soja, *Glycine Max* (L.) Merrill1. **Crop Science**, v. 11 n.6, p.929, 1971.

GREENE, G.L.; LEPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v.69, n.4, p.488-497, 1976.

JUSTUS, C. M.; PAULA-MORAES, S.V.; PASINI, A.; HOBACK, W. W.; HAYASHIDA, R.; BUENO, A. F. Simulated soybean pod and flower injuries and economic thresholds for *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) management decisions. **Crop Protection**, v. 155, 2022.

LEIGH, T. F.; ROACH, S. H.; WATSON, T. F. Biology and ecology of important insect and mite pests of cotton. p. 17–85, 1996. In: King, E. G.; Phillips, J. R.; Coleman, R. J. (eds.), **Cotton insects and mites: Characterization and management**, No. 3. The Cotton Foundation Reference Book Series, Memphis, TN.

MACHADO, E.P.; DOS S. RODRIGUES JUNIOR, G.L.; FÜHR, F.M. *ET AL.* Cross-crop resistance of *Spodoptera frugiperda* selected on *Bt* maize to genetically-modified soybean expressing Cry1Ac and Cry1F proteins in Brazil. **Sci Rep** **10**, 10080, 2020.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; SOUSA-SILVA, J. C.; PAULA-MORAES, S. V.; ... HUNT, T. E. Plantas hospedeiras de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) nas Américas. **African Entomology**, v. 26, n. 2, p. 286-300, 2018.

NAGOSHI, R. N. Can the amount of corn acreage predict fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation levels in nearby cotton? **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.1, p. 210-218, 2009.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 4 ed. Piracicaba: FEALQ, 2000, 138 p.

POGUE, G. M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memórias da Sociedade Entomológica Americana**, v. 43, p.1-202, 2002.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2021. URL <https://www.R-project.org/>.

SIGNORELL, A.; AHO, K.; ALFONS, A.; ANDEREGG, N.; ARAGON, T.; ARACHCHIGE, C. et al. DescTools: Tools for Descriptive Statistics. R Package Version 0.99.30. 2019. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/DescTools/index.html>.

STACKE, R. F.; ARNEMANN, J. A.; ROGERS, J., STACKE, R. S.; STRAHL, T. T.; PERINI, C. R.; DOSSIN, M. F.; POZEBON, H.; CAVALLIN, L.A.; GUEDES, J. V. C. Damage assessment of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean reproductive stages. **Crop Protection**, v. 112, p. 10–17, 2018.

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

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em condição de campo, pode-se observar que os danos em vagens aumentaram de acordo com o aumento da densidade de lagartas. Houve um decréscimo estimado na massa de 100 grãos na densidade de 16 lagartas por metro linear de cultivo. No entanto, os níveis de infestação estudados não afetaram a produtividade de grãos.

Em laboratório, observou-se que uma lagarta *Spodoptera frugiperda* consome, em média, 73,96 cm² de área foliar durante seu ciclo de vida, e o consumo é crescente com o avanço dos instares larvais. A sobrevivência média ao longo do ciclo de vida da lagarta mostrou-se superior a 98% quando alimentada com discos foliares de soja.

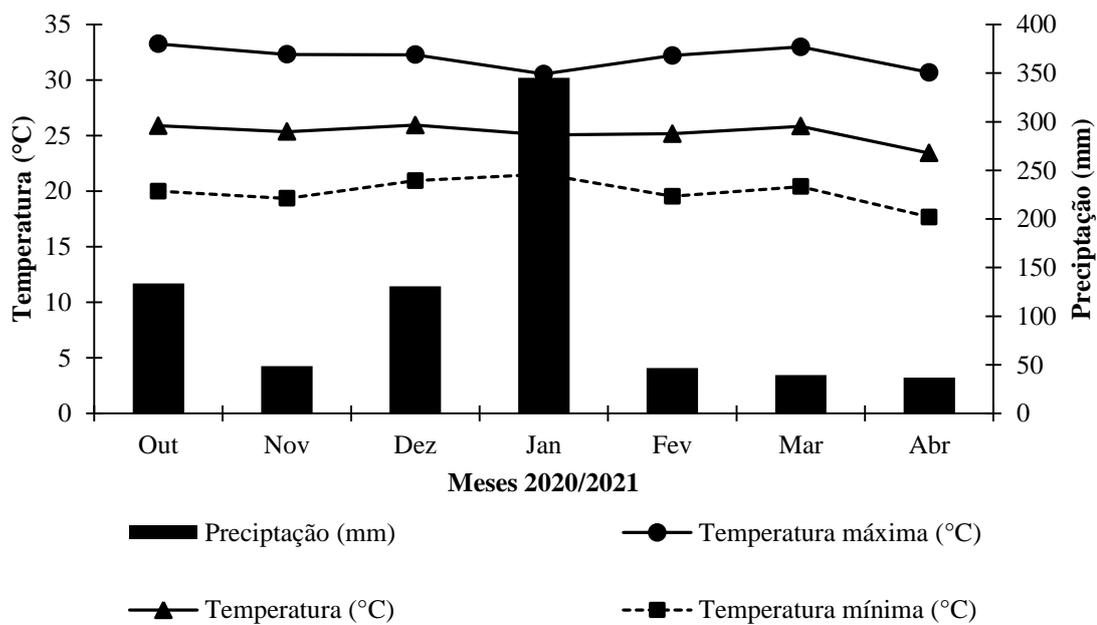
Os danos causados por *S. frugiperda* no estágio reprodutivo da soja aumentam de acordo com o crescimento do número de lagartas por plantas. No entanto, apenas no estágio R1 da soja houve perda de rendimento de grãos com o aumento da densidade de lagartas por planta.

Além disso, o comportamento da *S. frugiperda* mostra-se variável na planta de soja quando se avalia a posição, estrutura ocupada e atividade da lagarta em seus diferentes instares larvais.

São necessários novos estudos para avaliar impactos das infestações de lagartas *S. frugiperda* em densidades igual ou superior a 16 lagartas por metro linear de cultivo. Além disso, torna-se importante verificar o desempenho de cultivares de ciclo de crescimento determinado e indeterminado com diferentes densidades de lagartas, bem como a realização de estudos com infestações de lagartas em estágios reprodutivos mais avançados da soja.

6. ANEXOS

ANEXO 1. Dados meteorológicos mensais (precipitação pluviométrica e temperatura) nos anos de 2020/2021 obtidos da estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados, MS. 2022.



ANEXO 2. Dados referentes ao horário, temperatura e umidade relativa do ar de cada avaliação obtido com auxílio de termômetro digital. Dourados, MS. 2022.

Primeiro Instar								
Tempo após a liberação (horas)	6	12	18	24	30	36	42	48
Horário (h)	22:00	04:00	10:00	16:00	22:00	04:00	10:00	16:00
T° (C)	23	21,2	26,7	30	25,6	21,6	33,3	29,9
UR (%)	76	79	60	42	75	83	41	43
Segundo Instar								
Tempo após a liberação (horas)	6	12	18	24	30	36	42	48
Horário (h)	22:00	04:00	10:00	16:00	22:00	04:00	10:00	16:00
T° (C)	25,3	22,4	32,7	29,8	24,3	20,2	34,4	30,9
UR (%)	80	82	40	42	77	84	29	31
Terceiro Instar								
Tempo após a liberação (horas)	6	12	18	24	30	36	42	48
Horário (h)	22:00	04:00	10:00	16:00	22:00	04:00	10:00	16:00
T°(C)	22,2	19,3	35,7	29,3	23,4	21,1	31,1	30,3
UR (%)	79	82	31	41	95	85	48	44
Quarto Instar								
Tempo após a liberação (horas)	6	12	18	24	30	36	42	48
Horário (h)	22:00	04:00	10:00	16:00	22:00	04:00	10:00	16:00
T° (C)	23,3	20,6	24,4	28,9	22,2	19,8	33,6	29,6
UR (%)	73	84	72	60	83	84	42	54
Quinto Instar								
Tempo após a liberação (horas)	6	12	18	24	30	36	42	48
Horário (h)	22:00	04:00	10:00	16:00	22:00	04:00	10:00	16:00
T° (C)	26,9	23,8	43,3	31,6	24,8	22,6	37,9	31
UR (%)	80	81	23	46	71	80	39	51
Sexto Instar								
Tempo após a liberação (horas)	6	12	18	24	30	36	42	48
Horário (h)	22:00	04:00	10:00	16:00	22:00	04:00	10:00	16:00
T° (C)	24,3	20,1	29,5	28,8	22,1	19,6	30,3	28,8
UR (%)	71	80	49	48	73	81	54	49