

Boletim de Pesquisa 239 **e Desenvolvimento**

ISSN 1678-2518

Junho, 2016

**Avaliação de Dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) em Plantas
de Milho em Casa de Vegetação**



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 239

Avaliação de Dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em Plantas de Milho em Casa de Vegetação

Leticia Hellwig
Ana Paula Schneid Afonso da Rosa
Anderson Dionei Grützmacher
Patricia Marques dos Santos
Calisc de Oliveira Trecha
Lauren Bittencourt Medina
Marcus Vinicius Fipke

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto: Bárbara C. Cosenza

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Amanda Andrade (estagiária)*

Foto de capa: Leticia Hellwig

1ª edição

1ª impressão (2016): 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

A945 Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de milho em casa de vegetação / Leticia Hellwig... [et al.]. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 40p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 239)

1. Milho. 2. Praga de planta. I. Hellwig, Leticia.
II. Série.

CDD 631.4

©Embrapa 2016

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	16
Conclusões	31
Referências	33

Avaliação de Dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em Plantas de Milho em Casa de Vegetação

Leticia Hellwig¹

Ana Paula Schneid Afonso da Rosa²

Anderson Dionei Grützmacher³

Patricia Marques dos Santos⁴

Calisc de Oliveira Trecha⁵

Lauren Bittencourt Medina⁶

Marcus Vinicius Fipke⁷

Resumo

Nos últimos anos a produção de milho tem sofrido grandes avanços, propiciando aumento de produtividade, no entanto os problemas fitossanitários têm se agravado a cada safra. Nesse contexto, a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada o principal inseto-praga. O milho já tem os níveis de controle definidos para essa praga, entretanto, mesmo utilizando-se o nível de controle já estabelecido, ocorrem perdas na produção. Assim, o objetivo deste estudo foi reavaliar o nível de dano de *S. frugiperda* em milho convencional BG7060, através de infestação artificial com diferentes densidades populacionais de lagartas (0, 1, 3, 5, 10, 15 e 20 lagartas planta⁻¹) em plantas em diferentes estádios fenológicos

¹ Engenheira-agrônoma, M. Sc. em Entomologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

² Engenheira-agrônoma, D. Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

³ Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Entomologia, professor da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

⁴ Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

⁵ Engenheira-agrônoma, M. Sc. em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

⁶ Ecóloga, Mestranda em Entomologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

⁷ Engenheiro-agrônomo, Mestrando em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS.

(V0-V12; V2-V4; V4-V8 e V8-V12 folhas completamente expandidas) em condições de casa de vegetação. Os resultados obtidos evidenciaram que o aumento do número de lagartas de *S. frugiperda* por planta afeta todas as variáveis relacionadas à produtividade, exceto a altura de planta e comprimento da espiga, e que o nível de controle de *S. frugiperda* para o híbrido BG7060 no estágio V4-V8 é 29% de plantas atacadas em uma amostragem de 100 plantas, quando ocorre uma lagarta planta⁻¹.

Palavras-chave: nível de controle, monitoramento, manejo integrado de pragas, *Zea mays* L.

Damage of Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in Maize Plants in Greenhouse

Abstract

*In the last few years maize production has advanced considerably, providing an increase in productivity. However, sanitation problems have worsened in each harvest. In this context, the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) is considered the main insect-pest. The maize have the Control levels are set for maize, however, albeit using the level of control already established, production losses occur. In this sense, this study aimed to re-evaluate the level of damage of the *S. frugiperda* in conventional maize, BG7060, through artificial infestation with different populational densities (0, 1, 3, 5, 10, 15 and 20 caterpillars plant¹) in different phenological stages of the plant (V0-V12; V2-V4; V4-V8 and V8-V12 fully expanded leaves) in greenhouse terms. The results highlighted that the increase in the number of caterpillars of *S. frugiperda* by plant affects all variables related to productivity, except the plant height and length of the ear, and that the control level of *S. frugiperda* for the BG7060 maize for V4-V8 stage is 29% of attacked plants in a sample of 100 plants, when there is one caterpillar per plant.*

Key-words: level control, monitoring, integrated pest management, Zea mays L.

Introdução

A cultura do milho (*Zea mays* L.) tornou-se uma alternativa de grande importância em terras baixas de clima temperado, pois contribui na diminuição da ociosidade de terra e máquinas da propriedade, além de aumentar a rentabilidade e colaborar no manejo de solos hidromórficos. Entretanto, devido a fatores adversos à cultura no agroecossistema de terras baixas, como os danos causados pela lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) há redução na produtividade (COSTA, 2004).

Os danos decorrentes dos ataques de *S. frugiperda* diminuem a área fotossintética da planta, comprometendo o vigor e, conseqüentemente, a produção de grãos, causando grandes perdas na produtividade em casos de infestações severas, principalmente na fase de oito a dez folhas (EMBRAPA, 1997). As perdas variam de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, cultivar utilizada, local de semeadura, ocorrência da praga em áreas adjacentes, além das práticas agrônômicas adotadas (CRUZ, 1995; WAQUIL; VILELLA, 2003).

O dano dos primeiros instares larvais corresponde a raspagens das folhas. A partir do terceiro instar a lagarta penetra no cartucho, furando-o em diversos pontos durante a alimentação, ocasionando os maiores danos (HYNES, 1942; LEIDERMAN; SAUER, 1953). Quando as plantas de milho estão na fase de florescimento e maturação, as lagartas se alimentam das inflorescências, prejudicando também os grãos da espiga, através da penetração pela sua base (BERTELS; ROCHA, 1950; RUPPEL et al., 1956).

Além de ocorrer em todas as fases de desenvolvimento da planta de milho e em todas as estruturas aéreas, outro fator que torna tão voraz o ataque das lagartas é o alojamento dentro do cartucho, dificultando o controle (BUNTIN, 1986; WENDELL; GREENE, 1973).

O controle de *S. frugiperda* pode ser feito através de diversos métodos, sendo o mais utilizado o químico. Diversos inseticidas têm sido avaliados, registrados e recomendados para o seu controle (BRASIL, 2014a). Entretanto, um dos grandes problemas ainda enfrentado pela agricultura mundial diz respeito ao uso constante e muitas vezes indiscriminado desses agrotóxicos, causando, em muitos casos, resistência dos insetos aos produtos (DIEZ-RODRIGUEZ; OMOTO, 2001), redução ou eliminação da população de inimigos naturais (POLETTI; OMOTO, 2003), contaminação ambiental, além do aumento do custo de produção (VALICENTE; CRUZ, 1991).

Esses fatores acabam comprometendo os princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP), o qual visa a utilização simultânea de diferentes estratégias de controle, com base na avaliação do ecossistema para que então se realize a tomada de decisão e a escolha da técnica de controle a ser empregada (CROFT, 1990; GEORGHIOU, 1983).

A decisão sobre quando controlar a lagarta-do-cartucho depende do nível de infestação, do custo do controle e do valor monetário da produção. Maior valor monetário da produção e menor custo do controle levam à decisão sobre o controle da praga com um nível de infestação mais baixo. Esse nível de infestação tradicionalmente tem sido determinado pela amostragem do número aparente de plantas atacadas. Muitas vezes esse número tem sido sub ou superestimado, dependendo da época em que se processa a amostragem. Para aumentar a precisão na tomada de decisão de controle é necessária a determinação, o mais cedo possível, de quando a praga chegou à área alvo e, preferencialmente, a detecção da praga antes que qualquer tipo de dano seja verificado (CRUZ et al., 2010).

Portanto, para se alcançar êxito no controle de *S. frugiperda*, devem-se planejar as ações de manejo, começando pelo monitoramento, que pode ser realizado de duas maneiras: monitoramento dos adultos com ferômonio sexual sintético, ou então mediante a avaliação

visual dos danos e das lagartas em plantas. Para o uso de armadilhas com ferômonio deve-se utilizar, no mínimo, uma armadilha para 5 hectares, e o nível de controle ocorre 10 dias após a captura de três mariposas (CRUZ, 1995; BRASIL, 2014a). Para avaliação visual das plantas de milho com até 30 dias deve-se controlar o inseto quando houver 20% das plantas atacadas, e para plantas entre 40 e 60 dias a porcentagem é de 10% (GRÜTZMACHER et al., 2000).

No entanto, resultados obtidos por Afonso-Rosa et al. (2011) evidenciaram que, tendo-se como base 10% de plantas infestadas desde o plantio, ainda ocorrem perdas na produção, tornando-se importante a definição da época adequada ao controle do inseto. Deve-se considerar que o cenário entomológico atual é distinto daquele da década de 1970 ao início da década de 1990, quando os níveis de controle foram estabelecidos, principalmente no agroecossistema de terras baixas, além dos inúmeros materiais de milho disponibilizados pelas companhias de sementes (COSTA, 2004).

Dessa maneira, alguns trabalhos têm sido realizados em diversos países na tentativa de fornecer ao agricultor medidas mais adequadas no manejo dessa praga. Tais estudos têm sido realizados, em sua maioria, com desfolhamentos e infestações artificiais, visando à determinação de parâmetros que possam estabelecer de um modo seguro o momento exato para as aplicações de inseticidas. Cabe ainda ressaltar que os níveis a serem estabelecidos variam de espécie para espécie, de cultura para cultura e também de acordo com as cultivares, pois existem aquelas mais e menos tolerantes a certas pragas (NAKANO, 2011).

Neste sentido, considerando o exposto acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar o dano de *S. frugiperda* em milho convencional em casa de vegetação.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Estação Experimental de Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado, no município de Capão do Leão, RS (31°48'15.49"S, 52°24'44.04" O e altitude de 16 m), no ano agrícola de 2013/14. Adotou-se o delineamento inteiramente ao acaso com cinco repetições. Os tratamentos constaram de dois fatores Fator 1: estádios fenológicos da planta em que ocorreu a infestação [VE-V12; V2-V4; V4-V8 e V8-V12, que correspondem da emergência a doze folhas, dois a quatro, quatro a oito, e oito a doze folhas completamente expandidas, respectivamente (RITCHIE et al., 2003)]; e fator 2: níveis de densidade populacional do inseto-praga (1, 3, 5, 10, 15 e 20 lagarta planta⁻¹), além da testemunha (0 lagarta planta⁻¹).

As lagartas foram coletadas a campo em áreas cultivadas com milho na ETB e mantidas em laboratório em dieta artificial de Greene et al. (1976). A metodologia foi a descrita por Parra (2001), utilizando-se tubos de vidro com 2,5 cm de diâmetro por 8,5 cm de altura, na qual a dieta foi vertida para posterior inoculação das lagartas, onde as mesmas permaneceram até a fase de pupa, sendo mantidas em condições controladas de temperatura (25 ± 1 °C), umidade relativa ($70 \pm 10\%$) e fotofase (14 horas).

As pupas foram acondicionadas em caixas Gerbox® (12 cm x 12 cm x 4 cm) com papel de filtro no fundo, para a manutenção da umidade, permanecendo até a emergência dos adultos em câmaras climatizadas tipo B.O.D. (25 ± 2 °C, UR $60 \pm 20\%$ e 14 horas de fotofase). Os adultos após a emergência foram acondicionados em gaiolas cilíndricas de PVC (20 x 20 cm), revestidas internamente com papel de filtro (substrato de oviposição), sendo fechadas na superfície superior com tecido tipo "voile" e alimentados com solução aquosa de mel a 10%. As posturas foram retiradas do substrato de oviposição a cada dois dias e acondicionadas em placas de Petri contendo dieta artificial, até a eclosão das lagartas.

A unidade experimental e de observação foi composta por um balde plástico com capacidade para 20 L contendo solo classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (EMBRAPA, 2006). Foram distribuídas três sementes do híbrido BG7060 em cada balde e após a emergência das plantas foi realizado desbaste, deixando-se uma planta por balde. A adubação foi realizada na instalação do experimento, de acordo com a análise do solo. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura (REUNIÃO..., 2013).

A primeira infestação (estádio VE-V12) foi realizada no dia 25 de novembro de 2013, quando as plantas emergiram. A segunda infestação (estádio V2-V4) foi realizada no dia 4 de dezembro de 2013, aos 9 dias após a emergência das plântulas (DAE). A terceira infestação (estádio V4-V8) ocorreu no dia 9 de dezembro de 2013 (14 DAE) e a última infestação (estádio V8-V12) aconteceu dia 7 de janeiro de 2014 (43 DAE). As infestações de cada estágio fenológico foram realizadas em plantas diferentes, manualmente com auxílio de um pincel, onde as lagartas de primeiro instar foram depositadas no cartucho da cada planta, permanecendo nas mesmas até o fim do estágio correspondente a cada tratamento (Figura 1A). Após a infestação, as plantas foram cobertas por gaiolas com estrutura de arame galvanizado (1,20 m x 0,60 m diâmetro) revestida com tecido do tipo “voile” para evitar o escape dos insetos (Figura 1B).



Fotos: Letícia Hellwig.

Figura 1 - Inoculação de lagartas de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho cultivar BG7060 (A) e baldes protegidos para evitar o escape das lagartas (B). Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2013/14.

Ao final de cada período de infestação foram atribuídas notas de acordo com o dano causado na folha pela lagarta, por meio de avaliação visual da intensidade de dano, obedecendo à escala de notas de Davis (Figura 2) (DAVIS et al., 1992).

ESCALA DAVIS

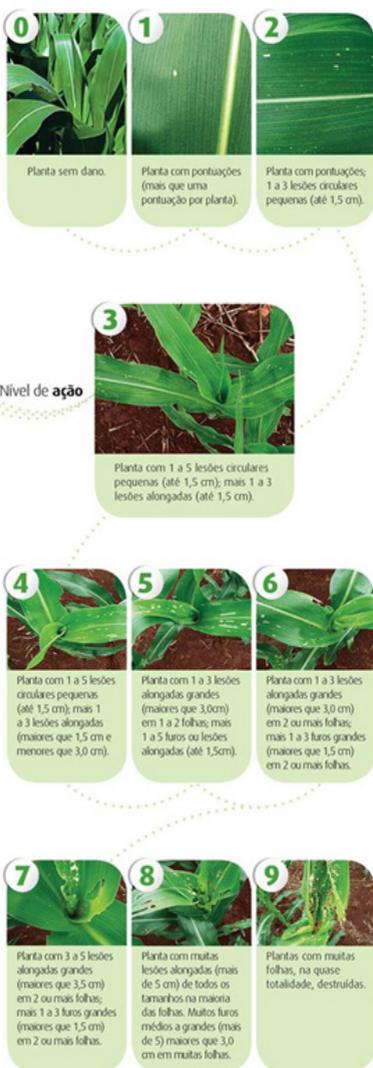


Figura 2. Escala para atribuição de notas de danos causados por *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho (DAVIS et al., 1992).

Dez dias antes da colheita, procedeu-se à medição da altura das plantas e da inserção das espigas, com régua graduada, expressando os valores em centímetros. Adotou-se como critério, para altura das plantas, a distância entre o nível do colo da planta e o colar da última folha adulta, e para inserção da espiga a distância entre o nível do colo da planta e a base da espiga superior.

A colheita foi realizada após a maturação fisiológica dos grãos que, segundo Viégas e Peeten (1987), ocorre quando há o surgimento de uma camada preta na base e 50 a 60 dias após a fecundação. Desta forma, aos 167 dias após a semeadura, iniciou-se a colheita à medida que as plantas apresentavam coloração palha devido à perda de umidade. As espigas de cada planta foram colhidas manualmente, sendo em seguida acondicionadas individualmente em sacos de papel, devidamente identificados.

Após o despalhamento manual, foi efetuada a contagem do número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira por espiga, número de grãos por espiga e a medição do comprimento, bem como diâmetro, através de uma escala graduada em centímetros e de um paquímetro, respectivamente. Posteriormente, as espigas foram debulhadas manualmente, o diâmetro do sabugo foi medido com paquímetro, e o peso de grãos por planta em balança de precisão, expresso em gramas.

Para a análise estatística, os valores atípicos (outliers) foram identificados com a plotagem dos resíduos estudentizados externamente (RStudent) versus valores preditos (variável Y), e também pelo gráfico da Distância de Cook. A partir do RStudent, valores que se encontravam fora do intervalo -2 a 2 foram considerados outliers e suas observações correspondentes foram removidas do banco de dados (BARNETT; LEWIS, 1994; ROUSSEUW; LEROY, 1987). Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; quanto à homocedasticidade pelo teste de Hartley; e quanto à independência dos resíduos por análise gráfica.

Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância por meio do teste F ($p \leq 0,05$). Constatando-se significância estatística, os efeitos da densidade populacional do inseto-praga foram avaliados por modelo de regressão ($p \leq 0,05$) representado pela equação $y = y_0 + ax + bx^2$, onde: y = variável resposta; y_0 = variável resposta correspondente ao ponto mínimo da curva; a = valor máximo estimado para a variável resposta; b = declividade da curva; x = densidade populacional do inseto-praga; e = constante. Quando não ocorreu ajuste de equação, as densidades populacionais do inseto-praga foram comparadas com intervalos de confiança a 95%. Esses intervalos foram plotados no gráfico e as diferenças foram consideradas significativas quando não houve sobreposição entre as barras verticais. A presença de correlações entre as variáveis dependentes do estudo foi analisada através do coeficiente de correlação de Pearson (SAS INSTITUTE, 2002).

O nível de dano (ND) e de controle (NC) foi determinado a partir da equação de regressão. O percentual de dano equivalente ao nível de controle foi obtido utilizando-se a fórmula $\%D = 100 \times Ct/V$, onde Ct é o custo do tratamento e V é o valor da produção em dólar (NAKANO, 2011).

Resultados e Discussão

Danos nas folhas

Não foi possível avaliar os danos nas folhas no estágio fenológico VE-V12, pois as plantas de todos os níveis de infestação foram totalmente consumidas, uma vez que as plantas em VE são extremamente sensíveis a fatores adversos e à voracidade da lagarta-do-cartucho, mesmo quando presente somente uma lagarta.

Para a cultivar BG7060 no estágio fenológico V2-V4 as médias de nota de dano dos níveis de infestação de 1 e 3 lagartas planta⁻¹ não diferiram significativamente, apresentando nota de dano baixo. No entanto, a partir do nível de infestação de 5 lagartas planta⁻¹ ocorre

um acréscimo na nota de dano à medida que aumenta o nível de infestação de lagartas, apresentando médias de nota igual ou superior a 4 (Figuras 3 e 4A). Nas infestações maiores, mais de 3% das plantas foram cortadas, sendo que as lagartas permaneceram nas plantas apenas durante cinco dias, ficando evidente que o maior número de lagartas neste estágio fenológico ocasionou danos severos, uma vez que a planta se encontra em um estágio sensível. Cabe ainda ressaltar que os danos nesse estágio são consideráveis, pois todas as folhas e espigas que a planta eventualmente irá produzir são formadas no estágio de três folhas, logo o número máximo de grãos ou a produção potencial serão definidos nesta fase (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

De acordo com Linduska e Harrison (1986), as plantas infestadas precocemente são menos tolerantes aos danos causados pela lagarta em relação às plantas infestadas tardiamente, além de serem preferidas e apresentarem severas reduções na produtividade. Entretanto, de acordo com Fagundes et al. (1976) e Fagundes et al. (1977), em desfolhas das plantas nos períodos iniciais de desenvolvimento a cultura do milho não teve sua produção reduzida. A essa mesma conclusão chegou Araújo et al. (1988), que estudaram cinco níveis de desfolha em cinco estádios de desenvolvimento da cultura. Tais evidências corroboram os dados obtidos por Carvalho (1970), segundo os quais as perdas na produção dependem do genótipo, fase de desenvolvimento da cultura, época do ataque e nível de desfolha sofrido pela planta.

Já no estágio fenológico V4-V8 as lagartas permaneceram nas plantas durante 29 dias, ocasionando danos severos, com todas as notas acima de 5 nos níveis de infestação a partir de 5 lagartas planta⁻¹ (Figura 3). Apenas nos dois primeiros níveis de infestação os danos foram menores, ou seja, ocorre um acréscimo na nota de dano quanto maior o nível de infestação de lagartas, ficando evidente que o maior número de lagartas provocou maiores danos (Figura 4B).

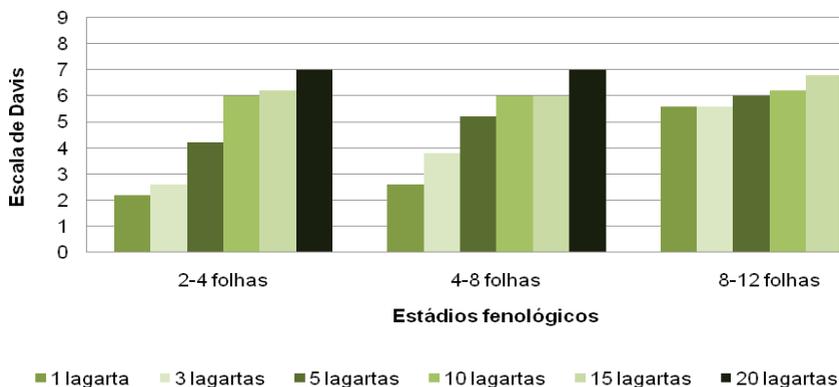


Figura 3 - Médias das notas atribuídas conforme dano foliar de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho, cultivar BG7060, em função das densidades populacionais do inseto-praga (1, 3, 5, 10, 15 e 20 lagarta planta⁻¹) nos estádios fenológicos de V2-V4, V4-V8 e V8-V12. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2013/14.

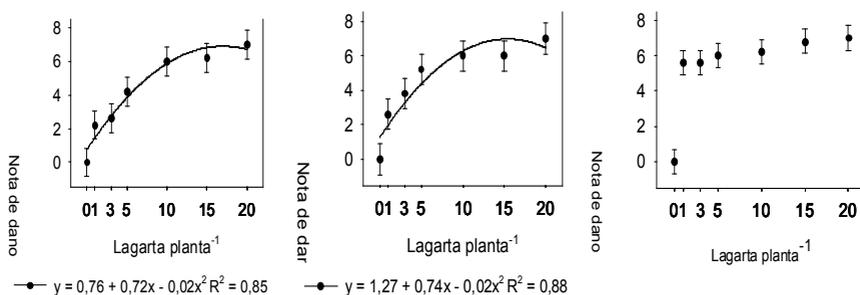


Figura 4 - Notas atribuídas conforme o dano foliar de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho, cultivar BG7060, em função das densidades populacionais do inseto-praga (0, 1, 3, 5, 10, 15 e 20 lagarta planta⁻¹) nos estádios fenológicos V2-V4 (A), V4-V8 (B) e V8-V12 (C). Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2013/14. (As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%).

Já no estágio fenológico V4-V8 as lagartas permaneceram nas plantas durante 29 dias, ocasionando danos severos, com todas as notas acima de 5 nos níveis de infestação a partir de 5 lagartas planta⁻¹ (Figura 3). Apenas nos dois primeiros níveis de infestação os danos foram menores, ou seja, ocorre um acréscimo na nota de dano quanto maior o nível de infestação de lagartas, ficando evidente que o maior número de lagartas provocou maiores danos (Figura 4B).

Carvalho (1970) também observou que os maiores danos foliares por *S. frugiperda* foram ocasionados em plantas mais desenvolvidas, corroborando os resultados encontrados por Silva (1995), em que as lagartas reduziram maior área foliar nas infestações ocorridas nos estádios de quatro e oito folhas. No entanto, de acordo com Cruz e Turpin (1982) danos foliares severos não levam necessariamente, a uma perda de produção já que infestações realizadas no estágio de quatro a seis folhas, embora tenham resultado em maior índice de dano foliar, proporcionaram baixo percentual na redução do rendimento.

Para os danos foliares verificados no estágio fenológico V8-V12 (cartucho bem desenvolvido), as médias de notas de danos foram altas em todos os níveis de infestação (Figura 3), não diferindo significativamente entre si (Figura 4C). Nesse estágio as lagartas permaneceram 17 dias nas plantas. Resultados semelhantes foram encontrados por Cruz e Turpin (1982), que verificaram maior suscetibilidade das plantas de milho na fase fenológica de oito a dez folhas. Os autores verificaram redução no rendimento da produção da ordem de 18,7%, devida principalmente ao decréscimo no número de grãos. Esse período é extremamente crítico, uma vez que no estágio V8 o número de fileiras de grãos é definido e, devido à conformação da planta, característica da fase do "cartucho", é considerado um estágio limite, pois a partir de então se torna mais difícil realizar pulverizações, conferindo à cultura do milho elevada suscetibilidade ao ataque da lagarta-do-cartucho, exigindo constante vigilância. Essa é a época fundamental para o controle da praga, visando evitar

danos econômicos, principalmente em relação ao dano nas partes reprodutivas do milho, uma vez que um ataque severo de pragas nessa fase pode acarretar quedas na produtividade da ordem de 10% a 25% (MAGALHÃES; DURÃES, 2006; BAGATINI, 2012).

Entretanto, de acordo com Crookston e Hicks (1978), a perda drástica de tecidos vegetativos de uma planta, em época relacionada ao desenvolvimento de estruturas reprodutivas, parece induzir uma rápida mudança nas relações fonte-dreno, ocasionando um aumento do número de grãos por espiga e conseqüentemente aumento da produção. Além disso, Wilson et al. (1995) acrescentam que quanto mais tardio ocorrer o ataque da lagarta-do-cartucho maior é a capacidade da planta de milho se recuperar, principalmente em função da possibilidade de ocorrer algum tipo de resistência, sofrendo conseqüentemente um menor dano.

Avaliações dos parâmetros da produção

Para os estádios fenológicos de V2-V4 e V8-V12 não foi possível realizar análise estatística em função do número de repetições não ter sido considerado suficiente, devido a fatores estressantes (temperaturas elevadas) relacionados à casa de vegetação.

Para as variáveis altura de plantas ($F = 1,42$; $p = 0,257$, $CV = 8,0\%$) e comprimento da espiga ($F = 1,87$; $p = 0,174$, $CV = 13,0\%$) não ocorreram diferenças significativas para o fator densidade populacional do inseto-praga, no estágio V4-V8 (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias das variáveis relacionadas à produtividade de milho, cultivar BG7060 no estágio fenológico V4-V8, em função dos danos causados por *Spodoptera frugiperda*. Embrapa ClimaTemperado, Capão do Leão, RS, 2013/14.

Variáveis	Lagartas/plantas						
	0	1	3	5	10	15	20
Altura das plantas (cm)	220	221	213	194	201	211	210
Altura de inserção de espiga (cm)	120	113	117	105	107	97	135
Fileira de grãos/espiga	10,80	12,20	7,40	7	7	12	11
Grãos/fileira	15,40	12,80	6,20	9,60	6,50	11	18
Grãos/espiga	170,40	163,80	662,20	96,20	78,50	137	198
Diâmetro de espiga (cm)	3,55	3,71	3,71	3,71	3,61	3,40	3,80
Diâmetro do sabugo (cm)	2,49	2,46	2,43	1,92	2,27	2,05	2,38
Comprimento da espiga (cm)	12,90	10,60	11,45	9,20	10,25	11,17	10,50
Peso de grãos/planta (g)	42,92	43,72	23,21	20,56	29,10	23,44	19,47

Para a variável altura de inserção da espiga não foi constatada diferença significativa entre as plantas infestadas e a testemunha. No entanto, à medida que aumentou o número de lagartas inoculadas por planta, obteve-se um decréscimo na altura de inserção da espiga, retomando o crescimento a partir de 10 lagartas planta⁻¹ (Figura 5A). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (1995), que também não verificou diferenças significativas na altura de inserção da espiga de plantas, adubadas e não adubadas em relação a suas testemunhas, quando foram infestadas com lagartas. Porém Costa (2004) verificou diferença significativa da testemunha quando a planta foi submetida ao maior número de lagartas (2 lagartas planta⁻¹).

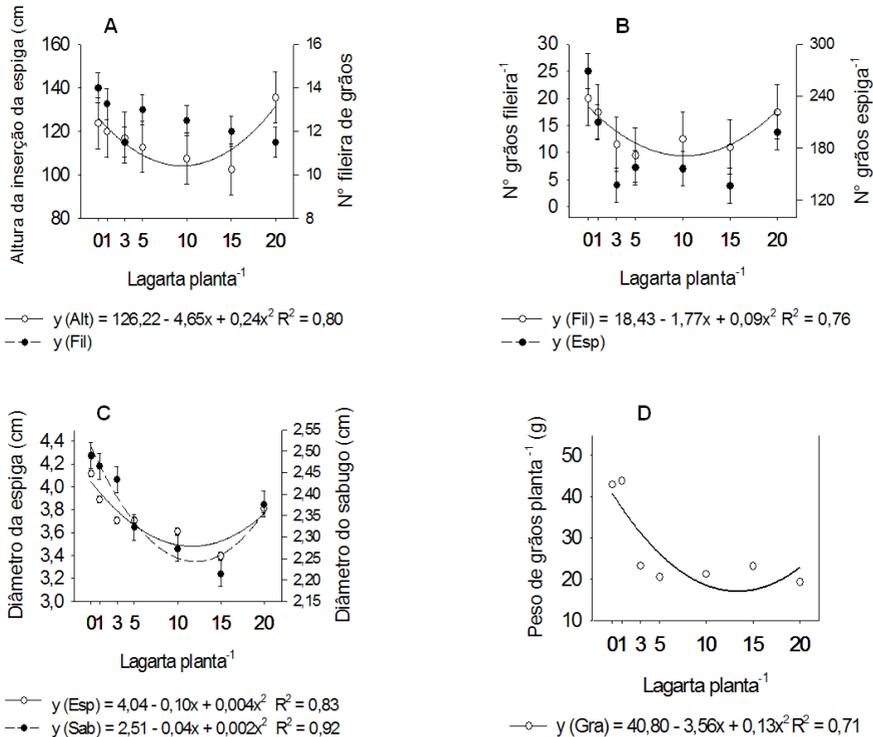


Figura 5 - Altura da inserção da espiga (cm) (Alt - A) e número de fileira de grãos (Fil - A), número de grãos fileira⁻¹ (Fil - B) e de grãos espiga⁻¹ (Esp - B), diâmetro da espiga (cm) (Esp - C) e do sabugo (cm) (Sab - C) e peso grãos planta⁻¹ (Gra - D) de milho, cultivar BG7060, em função das densidades populacionais de *Spodoptera frugiperda* (0, 1, 3, 5, 10, 15 e 20 lagarta planta⁻¹) no estágio fenológico V4-V8. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2013/14. (As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%).

Ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos com 5, 10 e 15 lagartas de *S. frugiperda* por planta e o tratamento com 20 lagartas, havendo uma maior altura de inserção das espigas (135 cm) (Tabela 1) quando as plantas foram submetidas à infestação de 20 lagartas (Figura 5A), corroborando os resultados obtidos por Lu e Chen (1982), que observaram um aumento na altura de inserção da espiga, quando plantas no estágio de 5 folhas sofreram desfolha artificial. Esse fenômeno caracteriza a reação da cultivar aos danos foliares

provocados por *S. frugiperda*, visto que existe, dependendo da época de ataque da praga, a possibilidade de recuperação dos danos causados, o que não necessariamente ocorre nas folhas (COSTA, 2004).

Para a variável número de fileiras de grãos não houve ajuste para nenhum modelo, sendo assim as densidades populacionais do inseto-praga foram comparadas com intervalos de confiança a 95%. A partir disso, foi verificada diferença significativa em função das infestações, nas quais 3, 10, 15 e 20 lagartas planta⁻¹ diferiram significativamente da testemunha (Figura 5A), com 11,52; 12,55; 12,04 e 11,54 fileiras de grãos, respectivamente, enquanto que a testemunha apresentou 14,04 fileiras de grãos, valor próximo ao estabelecido (16 fileiras de grãos) para o material, de acordo com o Registro Nacional de Cultivares (RNC: 22461) (EMBRAPA, 2014b).

O menor número de fileira de grãos, comparado à testemunha, pode ser devido ao fato de é que no estágio V4-V8 que esta variável é definida (MAGALHÃES; DURÃES, 2006). Além disso, observou-se que um maior número de lagartas planta⁻¹ produziu maiores danos foliares, e conseqüentemente, recebeu nota com maior índice. Esse comportamento corrobora a análise de correlação de Pearson (Tabela 2), no qual o número de fileiras de grãos e notas de dano correlacionaram-se negativamente, levando a crer que maiores notas no estágio V4-V8 para a cultivar em questão ocasionam um menor número de fileiras de grãos.

O número de grãos por fileira apresentou uma pequena redução com o aumento do número de lagartas planta⁻¹ de milho, porém a partir de 10 lagartas planta⁻¹ esse decréscimo cessou e reverteu-se, chegando a valores aproximados ao da testemunha (Figura 5B). Segundo Balbinot Júnior et al. (2005), o número de grãos por fileira é um dos componentes morfológicos da espiga que apresenta maior correlação com a produtividade.

Para a variável número de grãos por espiga não houve ajuste de equação. Sendo assim, as densidades populacionais do inseto-praga foram comparadas com intervalos de confiança a 95%. Para essa variável ocorreram diferenças significativas entre todos os tratamentos com lagartas de *S. frugiperda* por planta e a testemunha (Figura 5B). Isso difere do que foi observado por Silva (1995), onde as infestações não influenciaram o número de grãos por espiga. Cabe ressaltar que os comportamentos observados corroboram a análise de correlação de Pearson, no qual o número de grãos por fileira e número de grãos por espiga e as notas de dano correlacionam-se negativamente (Tabela 2), visto que o bom desenvolvimento das plantas no estágio V4-V8 é decisivo para uma boa produção de espigas.

Em relação ao diâmetro da espiga foram constatadas diferenças significativas entre todos os tratamentos e a testemunha, porém o nível de infestação de 3 lagartas planta⁻¹ não diferiu do nível de infestação de 5 lagartas (Figura 5C). Resultados semelhantes foram encontrados por Muro et al. (1990), quando trabalharam com desfolhas artificiais de 33%, 66% e 100%, em vários estádios de desenvolvimento do milho. Foi observado que o diâmetro basal das espigas foi reduzido por todos os tratamentos com danos.

A análise entre o número de lagartas planta⁻¹ e o diâmetro da espiga evidenciou uma relação inversamente proporcional entre ambas as variáveis. Esse comportamento se deu até a infestação de 15 lagartas planta⁻¹, após ocorreu um pequeno acréscimo do diâmetro da espiga (Figura 5C). Comportamento semelhante foi observado para o diâmetro de sabugo, o qual também diminuiu conforme houve aumento dos níveis de infestação de lagartas, que se manteve até o nível de infestação de 15 lagartas planta⁻¹. No entanto, houve diferença significativa no diâmetro do sabugo somente nos maiores níveis de infestação (5, 10, 15 e 20 lagartas planta⁻¹). Os maiores diâmetros encontrados foram para testemunha, 1 e 3 lagartas planta⁻¹, com 2,49; 2,46; e 2,43 cm, respectivamente (Figura 5C).

Tabela 2 - Coeficientes de correlação de Pearson e valores de p entre as variáveis dependentes em função das densidades populacionais de *Spodoptera frugiperda* (0, 1, 3, 5, 10, 15 e 20 lagartas planta⁻¹) no estádio fenológico V4-V8 da cultivar de milho BG7060. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2013/14.

Variáveis	Altura das plantas	Altura da inserção da espiga	Fileira de grãos	Grãos fileira ⁻¹	Grãos espiga	Diâmetro espiga	Diâmetro sabugo	Comprimento espiga	Peso grãos planta ⁻¹	Nota de dano
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
(1)	1,000	0,488* 0,029 **	-0,226 0,419	0,226 0,418	0,247 0,357	0,230 0,387	-0,138 0,609	0,264 0,306	0,589 0,073	-0,303 0,133
(2)		1,000	-0,352 0,218	0,327 0,253	0,328 0,214	-0,096 0,744	0,179 0,541	0,090 0,760	-0,225 0,592	-0,145 0,519
(3)			1,000	0,708 0,007	0,788 0,0005	0,602 0,014	0,131 0,641	-0,016 0,958	0,321 0,483	-0,586 0,017
(4)				1,000	0,985 0,0001	0,808 0,0008	0,063 0,837	-0,036 0,907	0,740 0,153	-0,504 0,056
(5)					1,000	0,655 0,008	-0,048 0,871	-0,028 0,925	0,328 0,472	-0,481 0,050
(6)						1,000	0,397 0,142	-0,079 0,789	0,606 0,149	-0,428 0,086
(7)							1,000	0,471 0,076	0,633 0,127	-0,315 0,219
(8)								1,000	0,518 0,292	-0,528 0,024
(9)									1,000	-0,861 0,0007
(10)										1,000

* Coeficientes de correlação de Pearson. ** Valores de p.

Ocorreram diferenças significativas entre a testemunha e os demais tratamentos no peso de grãos por planta, exceto para 1 lagarta planta⁻¹, ou seja, à medida que o número de lagartas planta⁻¹ aumenta, ocorre um decréscimo gradativo do peso de grãos por planta, comportamento observado quando infestada com até 15 lagartas planta⁻¹ (Figura 5D). Esses resultados corroboram os de Evans e Stansly (1990), que observaram reduções na produtividade quando as plantas foram infestadas duas semanas após a emergência. Morril e Greene (1974), Cruz e Turpin (1982), e Silva (1995) constataram que as menores produções foram associadas às infestações nos estádios iniciais e médios da planta, resultado verificado também neste trabalho. Logo, constata-se que a presença do inseto quando a planta se encontra com oito folhas exerce maior influência na queda da produtividade, concordando com Cruz e Turpin (1982) e Davis et al. (1996).

Ao realizar a comparação entre as densidades populacionais do inseto-praga no estádio fenológico V4-V8 observou-se que quando as plantas foram expostas a 5 e 20 lagartas planta⁻¹ houve decréscimos no peso de grãos por planta, respectivamente, de 35,66% e 47,06%, quando comparadas ao controle (0 lagarta planta⁻¹) (Figura 5D). Em função do ciclo da cultivar BG7060 ser precoce, provavelmente não houve condições fisiológicas de a planta manifestar algum tipo de resistência, acarretando com isso prejuízos à produtividade.

No entanto, é possível observar que, quando a planta foi submetida a uma infestação de 20 lagartas planta⁻¹, deu-se um pequeno acréscimo na produção de grãos, em comparação às outras infestações. Isso pode ser devido a um comportamento típico da espécie, o canibalismo, o que diminui o número de lagartas planta⁻¹ e consequentemente as perdas. O canibalismo pode estar relacionado a diversos fatores, como alimentação, densidade populacional, disponibilidade de indivíduos vulneráveis e estresse; Geralmente o comportamento canibal tem base genética, porém é controlado ou induzido pelo ambiente (FOX, 1975). O principal fator que causa

diminuição na produção de grãos, devido à desfolha artificial, segundo Johnson (1978), é o reduzido tamanho das espigas e a redução de área foliar, sendo que o último tenha, provavelmente, diminuído o suprimento fotossintético, resultando em menor peso das espigas.

Estudo dos níveis de dano (ND)

Determinação da produtividade estimada em função da densidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda*

Através da equação de regressão $Y = 40,80 - 3,56 X + 0,13 X^2$ (Figura 5D) foi estimada a produtividade de grãos por planta para as diferentes densidades populacionais, no intervalo de 0 a 20 lagartas planta⁻¹, na época de infestação do estágio fenológico V4-V8. Considerando-se a produção estimada de uma planta, pode-se calcular a produção por hectare (65 mil plantas). Comparando-se com a testemunha, que implica o maior potencial de produção a ser considerado, tem-se o percentual de perdas para cada densidade populacional na época de infestação (Tabela 3). Portanto, é possível observar que a produção da testemunha (2.652 Kg ha⁻¹) foi boa em comparação à produtividade média de milho para região de Pelotas, que é de 2.838 Kg ha⁻¹ (REUNIÃO..., 2013).

A produtividade diminuiu proporcionalmente ao se aumentar a densidade de lagartas planta⁻¹, sendo que em níveis de infestação de 10 e 15 lagartas planta⁻¹ as perdas foram maiores que 50% (Tabela 3). Diferentes foram os resultados encontrados por Velez e Sifuentes (1967), Carvalho (1970) e Cruz (1999), em condições de campo, os quais detectaram, com 0,5 lagarta planta⁻¹, decréscimos de 37,1%; 34,1%; e 60%, respectivamente, valores estes muito maiores do que os encontrados nesse trabalho com 1 lagarta planta⁻¹. Porém, isso pode ser devido às condições dos experimentos, bem como às características das cultivares utilizadas.

Tabela 3 - Dados estimados da produção de grãos (g planta⁻¹ e Kg ha⁻¹) e percentuais de perdas na produção de milho, cultivar BG7060, em função das densidades populacionais de *Spodoptera frugiperda* (0, 1, 3, 5, 10, 15 e 20 lagartas planta⁻¹) no estágio fenológico de V4-V8 folhas. Dados estimados pela equação $y = 40,80 - 3,56x + 0,13x^2$. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2013/14.

Densidades populacionais (x)	Equação $Y = 40,80 - 3,56 X + 0,13 X^2$	Produção estimada (g) (y)	Produção (Kg/ha)	Perdas na produção (%)
0	$Y = 40,80 - 3,56 X = (0) + 0,13 (0)^2$	40,80	2652,00	-
1	$Y = 40,80 - 3,56 (1) + 0,13 (1)^2$	37,37	2429,05	8,40
3	$Y = 40,80 - 3,56 (3) + 0,13 (3)^2$	31,29	2033,85	23,31
5	$Y = 40,80 - 3,56 (5) + 0,13 (5)^2$	26,25	1706,25	35,66
10	$Y = 40,80 - 3,56 (10) + 0,13 (10)^2$	18,20	1183,00	55,39
15	$Y = 40,80 - 3,56 (15) + 0,13 (15)^2$	16,65	1082,25	59,19
20	$Y = 40,80 - 3,56 (20) + 0,13 (20)^2$	21,60	1404,00	47,06

De acordo com Fancelli e Dourado-Neto (2000), a distribuição total das folhas expostas, no estágio V8, mediante ocorrência de granizo, geadas, ataque severo de pragas e doenças, além de outros agentes, pode acarretar quedas na produção da ordem de 10% a 25%, o que corrobora os resultados encontrados neste trabalho, onde plantas infestadas com três lagartas apresentaram perdas na produção de 23,31%.

Determinação dos níveis de dano (ND) e de controle (NC)

Os níveis de dano e de controle foram obtidos através da fórmula sugerida por Nakano (2011), $\%D = 100 \times Ct/V$. Determinou-se o percentual de dano, que é igual ao custo do tratamento e igual ao nível de controle. Conhecido esse percentual, estabeleceu-se

uma regra de três simples entre o percentual de dano provocado pelas diferentes densidades populacionais de lagartas planta⁻¹ (x) determinadas e o percentual de dano obtido da fórmula anteriormente citada, encontrando-se, desta maneira, o número de lagartas planta⁻¹ que causam o dano equivalente ao nível de controle.

Cálculo do nível de dano (ND) – estágio fenológico V4-V8

Ct (custo do tratamento) = mão de obra + inseticida

Ct = 12,35 US\$ (FERREIRA FILHO et al., 2010)

Valor da produção (V) =

Produção da testemunha (2.652 Kg ha⁻¹) (Tabela 4) / peso do saco de milho (60 kg) x valor do saco do milho (11,37 US\$)

V = 2.652Kg ha⁻¹ / 60 Kg = 44,20 x 11,37 US\$ = 502,55 US\$ ha⁻¹

%D = 100 x Ct/V

%D = 100 x 12,35 / 502,55

%D = 2,46%

Assim, pode-se inferir que 2,46% é o dano igual ao nível de controle para a cultura do milho cv. BG7060 no estágio fenológico V4-V8 com potencial de produzir 2.652Kg ha⁻¹.

Empregando-se novamente uma regra de três simples com os percentuais de redução de produtividade em 65 mil plantas (Tabela 3) tem-se:

65.000 ----- 8,40% (1 lagarta planta⁻¹)

x ----- 2,46

x = 19.035 plantas ha⁻¹ ou aproximadamente 29% de plantas atacadas.

Portanto, em uma amostragem de 100 plantas, a existência de 29 plantas de milho cv. BG7060 danificadas no estágio fenológico de V4-V8 justificaria o controle.

$$\begin{array}{r} 65.000 \text{ -----} 23,31\% \text{ (3 lagartas planta}^{-1}\text{)} \\ x \text{ -----} 2,46 \end{array}$$

x = 6.859,72 plantas ha⁻¹ ou aproximadamente 11% de plantas atacadas.

$$\begin{array}{r} 65.000 \text{ -----} 35,66\% \text{ (5 lagartas planta}^{-1}\text{)} \\ x \text{ -----} 2,46 \end{array}$$

x = 4.484,01 plantas ha⁻¹ ou aproximadamente 7% de plantas atacadas.

$$\begin{array}{r} 65.000 \text{ -----} 55,39\% \text{ (10 lagartas planta}^{-1}\text{)} \\ x \text{ -----} 2,46 \end{array}$$

x = 2.886,80 plantas ha⁻¹ ou aproximadamente 5% de plantas atacadas.

$$\begin{array}{r} 65.000 \text{ -----} 59,19\% \text{ (15 lagartas planta}^{-1}\text{)} \\ x \text{ -----} 2,46 \end{array}$$

x = 2.701,47 plantas ha⁻¹ ou aproximadamente 4% de plantas atacadas.

$$\begin{array}{r} 65.000 \text{ -----} 47,06\% \text{ (20 lagartas planta}^{-1}\text{)} \\ x \text{ -----} 2,46 \end{array}$$

x = 3.397,79 plantas ha⁻¹ ou aproximadamente 5% de plantas atacadas.

A Tabela 4 baseia-se na fórmula acima, e relaciona o número de lagartas planta⁻¹ em função do estágio de desenvolvimento da planta. A última coluna indica o nível de controle, em uma amostragem de 100 plantas, ou seja, o máximo de plantas danificadas, justificando o controle.

Portanto, o nível de controle varia de acordo com a densidade populacional da lagarta-do-cartucho do milho e estágio fenológico da cultura. Dessa maneira, à medida que a densidade populacional do inseto-praga aumenta, o nível de controle diminui. Isso demonstra que em lavouras com infestações de *S. frugiperda*, em razão do nível de controle ser baixo, ações de controle devem ser tomadas, pois ocorrerão reduções significativas na produtividade de grãos.

Tabela 4 - Nível de controle de *Spodoptera frugiperda* em milho, cultivar BG7060, submetido a infestações artificiais do inseto-praga (0, 1, 3, 5, 10, 15 e 20 lagartas planta⁻¹) no estádio fenológico de V4-V8 folhas. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2013/14.

Nível populacional de <i>S. frugiperda</i>	Plantas danificadas (%)	Nível de controle (amostra de 100 plantas)
1	29	29
3	11	11
5	7	7
10	5	5
15	4	4
20	5	5

Conclusões

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, podem ser estabelecidas as seguintes conclusões para o híbrido precoce BG7060 cultivado em condições de casa de vegetação no estádio fenológico de V4-V8 (17 DAE a 46 DAE):

- a produção de grãos da cultivar precoce de milho BG7060 é reduzida em 8,40% com uma lagarta de *S. frugiperda* por planta;

- o nível de controle de *S. frugiperda* para o milho BG7060 é 29% de plantas atacadas em uma amostragem de 100 plantas, quando ocorre uma lagarta planta⁻¹, para um custo de tratamento de US\$ 12,35 e o valor da produção em torno de US\$ 502,55 por hectare;

- o aumento do número de lagartas de *S. frugiperda* por planta para o milho BG7060 afeta todas as variáveis relacionadas à produtividade, exceto a altura de planta e comprimento da espiga;

- a equação $Y = 40,80 - 3,56x + 0,13x^2$ demonstra que os níveis de infestação de lagartas de *S. frugiperda* afetam a produção de grãos por planta, propiciando uma menor produtividade conforme

ocorre aumento no número de lagartas planta⁻¹, até a infestação de 15 lagartas planta⁻¹; acima disso ocorre um pequeno acréscimo na produção de grãos.

Referências

AFONSO-ROSA, A. P. S.; MARTINS, J. F. S.; TRECHA, C. O. Avaliação de danos da lagarta-do-cartucho à cultura do milho com base no monitoramento de plantas atacadas em três safras agrícolas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 17, p. 1-16, 2011.

ARAÚJO, D. S.; GALVÃO, J. D.; FONTES, L. A. N. Efeito de épocas-níveis de desfolha do milho sobre a produtividade do consórcio milho feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 35, n. 198, p. 130-144, 1988.

BAGATINI, N. Manejo integrado de pragas da cultura do milho. **Nidera News**, 2012. 5 p. Disponível em: http://www.niderasementos.com.br/upload/documentos/manejo_integrado_262109104026972.pdf. Acesso em: 13 jan. 2015.

BALBINOT JÚNIOR, A. A.; BIALESKI, M.; BACKES, R. L. Épocas de manejo de plantas de cobertura do solo de inverno e incidência de plantas daninhas na cultura do milho. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 18, n. 3, p. 91-94, 2005.

BARNETT, V.; LEWIS, T. **Outliers in Statistical Data**. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.

BERTELS, A.; ROCHA, M. A. B. Observações preliminares sobre pragas do milho. **Agnos**, Lisboa, v. 3, n. 3, p. 160-183, 1950.

BRASIL. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros- autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares>>. Acesso em: set. 2014b.

BRASIL. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: set. 2014a.

BUNTIN, G. D. A review of plant response to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), injury to select field and forage crops. **Florida Entomologist**, Georgia, v. 69, n. 3, p. 549-559, 1986.

CARVALHO, R. P. L. Danos, flutuação da população de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo. 1970. 170 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.

COSTA, M. A. G. Consumo alimentar e nível de controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho e sorgo. 2004. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

CROFT, B. A. Management of pesticide resistance in arthropod pests. In: GREEN, M.B.; MOBERG, W. K.; LEBARON, H. (Ed.). **Managing resistance to agrochemicals: fundamental and practical approaches to combating resistance**. Washington: American Chemical Society, 1990. p. 149-168.

CROOKSTON, R. K.; HICKS, D. R. Early defoliation effects corn grain yields. **Crop Science**, Corvallis, v. 18, n. 3, p. 485-489, 1978.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1995. p. 14-45. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 21).

CRUZ, I. Lagarta-do-cartucho: enfrente o principal inimigo do milho. **Cultivar**, Pelotas, n. 1, p. 16-18, 1999.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Efeitos da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 355-359, 1982.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B. Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em algumas regiões produtoras de milho (*Zea mays L.*) no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Anais...** 2010. p. 538-542.

DAVIS, F. M.; NG, S.; WILLIAMS, W. P. **Visual rating scales for screening whole-stage corn resistance to fall armyworm**. Mississippi: Mississippi State University, 1992. (Technical Bulletin, 186). p. 9.

DAVIS, F. M.; WISEMAN, B. R.; WILLIAMS, W. P. Insect colony, planting date, and plant growth stage effects on screening maize for leaf feeding resistance to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomology**, Winter Haven, v. 79, n. 3, p. 317-328, 1996.

DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 311-316, 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo.

Recomendações técnicas para a cultura do milho. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 1997. 204 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412 p.

EVANS, D. C.; STANSLY, P. A. Weekly economic injury levels for fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation of corn in lowland Ecuador. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 6, p. 2452-2454, 1990.

FAGUNDES, A. C.; BATISTELA, A.; DAVID, Y. K.; ARNT, T.; KOHLER, C. Efeito da redução da área foliar sobre a produção de milho. **Revista da Faculdade de Agronomia da UFRGS**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 79-84, 1976.

FAGUNDES, A. C.; BATISTELA, A.; DAVID, Y. K.; ARNT, T.; KOHLER, C. Efeitos do desfolhamento em oito estádios de desenvolvimento na produção de milho. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 163-171, 1977.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FERREIRA FILHO, J. B. S.; ALVES, L. R. A.; GOTTARDO, L. C. B.; GEORGINO, M. Dimensionamento do custo econômico representado por *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho no Brasil. In: CONGRESSO SOBER, 48., Campo Grande. **Anais...** Sociedade Brasileira Econômica, Administração e Sociologia Rural, 2010.

FOX, L. R. Cannibalism in natural populations. **Annual review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 6, p. 87-106, 1975.

GEORGHIOU, G. P. Management of resistance in arthropods. In: GEORGHIOU, G. P.; SAITO, T. (Ed.). **Pest resistance to pesticides**. New York: Plenum, 1983. p. 769-792.

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

GRÜTZMACHER, A. D.; MARTINS, J. F. S.; CUNHA, U. S. Insetos-pragas das culturas do milho e sorgo no agroecossistema de várzea. In: PARFITT, J. M. B. **Produção de milho e sorgo em várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p. 87-101. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 74).

HYNES, H. B. N. Lepidopterous pest of maize in Trinidad. **Journal of Tropical Agriculture**, Saint Augustine, v. 19, n. 10, p. 194-202, 1942.

JOHNSON, R. R. Growth and yield of maize as affected by early-season defoliation. **Agronomy Journal**, New York, v. 70, n. 6, p. 995-998, 1978.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais *Laphygma frugiperda* (Abbot; Smith, 1797). **O Biológico**, São Paulo, v. 19, n. 6, p. 105-113, 1953.

LINDUSKA, J. J.; HARRISON, F. P. Adult sampling as a means of predicting damage levels of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in grain corn. **Florida Entomologist**, Winter Haven, v. 69, p. 254-262, 1986.

LU, H. S.; CHEN, H. H. Effects of cutting young plants at different stages grain yield and quality in maize. **Journal of Agricultural Research of China**, Balkesir, v. 31, n. 1, p. 24-34, 1982.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. p. 1-10. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

MORRIL, W. L.; GREENE, G. L. Survival of fall armyworm larvae and yields of field corn after artificial infestations. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 67, n. 1, p. 119-123, 1974.

MURO, J.; MATEO, J. M.; ALBERDI, C. Simulación de danos de predisco em maiz (*Zea mays*, L.). II. Efectos sobre caracteres de planta, mazorca y grano. **Investigacion Agraria, Produccion y Protection Vegetables**, Madrid, v. 5, n. 3, p. 425-440, 1990.

NAKANO, O. Pragas do milho. In: NAKANO, O. **Entomologia econômica**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ, 2011. 464 p.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: ESALQ, 2001. 134 p.

POLETTI, M.; OMOTO, C. Resistência de inimigos naturais a pesticidas: Exploração de inimigos naturais a pesticidas em programas de manejo integrado de pragas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Jaboticabal, v. 6, n. 30, p. 16-26, 2003.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 58.; REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 41., 2013, Pelotas. Indicações técnicas para o cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul, Safras: 2013/2014, 2014/2015. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 125 p.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Piracicaba: POTAFOS, 2003. 20 p. (Informações Agrônômicas, 103).

ROUSSEEUW, P. J.; LEROY, A. M. **Robust regression and outlier detection**. New York: John Wiley & Sons, 1987.

RUPPEL, R. F.; CARMONA, C. B.; FIGUEROA, A. P.; DELGADO, N. M. El control Del cogollero *Laphygma frugiperda* (Smith & Abbot) em maiz em Colombia, com anotaciones sobre otras especies. **Agricultura Tropical**, Bogotá, v. 12, n. 8, p. 499-524, 1956.

SAS Institute. SAS system for Windows, version 9.1. Cary: SAS Institute, 2002.

SILVA, P. H. S. **Avaliação de danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) no milho cultivado com dois níveis de fertilidade**. 1995. 84 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

VALICENTE, F. H.; CRUZ, I. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o baculovírus**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1991. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 15).

VELEZ, M. C.; SIFUENTES, J. A. A. El gusano cogollero del mays. Su combate con insecticidas granulados en el vale de Apatzingan. **Agricultura Técnica en México**, Texcoco, n. 2, v. 7, p. 315-7, 1967.

VIÉGAS, G. P.; PEETEN, H. Sistemas de produção. In: OARTEBUABUM, E.; VIÉGAS, G. P. **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. v. 2, p. 453-538.

WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F. Gene bom. **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 49, p. 22-26, 2003.

WENDELL, L. M.; GREENE, G. L. Distribution of fall armyworm larvae. Regions of field corn plants infested by larvae. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 2, n. 2, p. 195-198, 1973.

WILSON, R. L.; WISEMAN, B. R.; REED, G. L. Evaluation of J. C. Eldredge popcorn collection for resistance to corn earworm, fall armyworm, (Lepidoptera: Noctuidae), and European corn born (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 84, n. 2, p. 693-698, 1995.

Embrapa

Clima Temperado

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 12880