

## **EFEITO DO AUMENTO DA DENSIDADE DE LARVAS DE *Spodoptera frugiperda* EM MILHO CONVENCIONAL EM CASA DE VEGETAÇÃO**

LETICIA HELLWIG<sup>1</sup>, ANDERSON DIONEI GRÜTZMACHER<sup>1</sup>, PATRICIA MARQUES DOS SANTOS<sup>1</sup>,  
CALISC DE OLIVEIRA TRECHA<sup>1</sup>, LAUREN BITTENCOURT MEDINA<sup>1</sup>,  
ROBERTA MANICA-BERTO<sup>2</sup> e ANA PAULA SCHNEID AFONSO DA ROSA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, s/n, CEP 96160-000, Capão do Leão, RS, Brasil,  
leticia\_hellwig@hotmail.com, adgrutzm@ufpel.edu.br, patriciamarques\_92@yahoo.com.br,  
calisctrecha@gmail.com, laurenmedina@live.com;

<sup>2</sup>Triade - Assessoria e consultoria em produção textual, estatística e bioinformática LTDA, robertamanica@yahoo.com.br;

<sup>3</sup>Embrapa Clima Temperado, BR 392 Km 78, Caixa Postal 403, CEP 96010-971, Pelotas, RS. ana.afonso@embrapa.br

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.16, n.3, p. 337-350, 2017

**RESUMO** - A produção de milho tem sofrido grandes avanços, propiciando aumento de produtividade, no entanto, esta é diretamente afetada pelo ataque de insetos desde o plantio até a sua utilização. Neste contexto, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada o principal inseto-praga. Para a cultura do milho já existem níveis de controle definidos, entretanto, mesmo utilizando os já estabelecidos, ocorrem perdas na produção. Assim, o objetivo do estudo foi reavaliar o nível de dano de *S. frugiperda* em milho convencional BG7060, por meio de infestação artificial com diferentes densidades populacionais de lagartas (0, 1, 3, 5, 10, 15 e 20 lagartas planta<sup>-1</sup>) em plantas no estágio fenológico V4-V8 (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, propiciando uma menor produtividade. Constatou-se que o nível de controle de *S. frugiperda* para o híbrido BG7060 no estádios V4-V8 é 29% de plantas atacadas em uma amostragem de 100 plantas, quando ocorre uma lagarta planta<sup>-1</sup>.

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

## **LEVEL OF DAMAGE OF FALL ARMYWORM, *Spodoptera frugiperda*, IN CONVENTIONAL MAIZE IN GREENHOUSE CONDITIONS**

**ABSTRACT** - The maize production has advanced considerably providing an increase in productivity, however, this is directly affected by the insect attack in all phases. In this context, the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) is considered the main insect-pest. There is a control levels set for the maize production, however, using the level of control already established, production losses occur. In this sense, the purposes of the study was 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 plant<sup>-1</sup>), of plants at V4-V8 phenological stage (fully expanded leaves) in green house conditions. The results obtained 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, providing a smaller productivity. It was found 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.

**Keywords:** level control, monitoring, integrated pest management, *Zea mays* L.

A cultura do milho (*Zea mays* L.) tornou-se uma alternativa de grande importância em terras baixas de clima temperado, colaborando na diminuição da ociosidade de terra e máquinas da propriedade, além de aumentando a rentabilidade e contribuindo no manejo de solos hidromórficos. Entretanto, em razão de fatores adversos à cultura do milho 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 8 a 10 folhas. As perdas variam de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, com a cultivar utilizada, local de semeadura, ocorrência da praga em áreas adjacentes, além das práticas agronômicas adotadas (Waquil & Vilella, 2003).

O controle de *S. frugiperda* pode ser feito por meio de diversos métodos, porém o mais utilizado é o controle químico. Diversos inseticidas têm sido avaliados, registrados e recomendados para o seu controle (Brasil, 2013), no entanto, um dos grandes problemas ainda enfrentados pela agricultura mundial diz respeito ao uso constante e muitas vezes indiscriminado desses agrotóxicos, causando, em muitos casos, resistência dos insetos aos produtos (Diez-Rodríguez & 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 (Nakano, 2011).

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, 1999).

Dessa maneira, alguns estudos têm sido realizados em diversos países na tentativa de fornecer ao agricultor medidas mais adequadas no manejo dessa praga. Os trabalhos têm sido realizados, em sua maioria, com desfolhamentos e infestações artificiais, visando a determinação de parâmetros que possam estabelecer de um modo seguro o momento 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).

Portanto, para se alcançar êxito no controle de *S. frugiperda*, deve-se planejar as ações de manejo, começando pelo monitoramento que pode ser realizado de duas maneiras, inspecionando os adultos com ferômonio sexual sintético, ou então através da avaliação visual do dano e de lagartas em plantas. Para

o uso de armadilhas com ferômonio, deve-se utilizar, no mínimo, uma armadilha para cinco hectares e o nível de controle ocorre dez dias após a captura de três mariposas (Cruz, 1995; Brasil, 2013). 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 de 90, quando os níveis de controle foram estabelecidos, principalmente no agroecossistema de terras baixas, além das inúmeras cultivares de milho utilizadas (Costa, 2004).

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

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de 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 16m), no ano agrícola de 2013/14. O delineamento experimental foi o completamente casualizado, em esquema unifatorial com cinco repetições. O fator de tratamento testou seis níveis de densidade populacional do inseto-praga (1, 3, 5, 10, 15 e 20 lagartas planta<sup>-1</sup>), além da testemunha (0 lagarta planta<sup>-1</sup>).

As lagartas foram coletadas em campo em áreas cultivadas com milho na ETB (31°49'07.09"S, 52°28'02.98"O e altitude de 15 m) e mantidas em laboratório em dieta artificial de Greene et al. (1976). As pupas foram acondicionadas em caixas Gerbox® (12 x 12 x 4 cm) com papel de filtro no fundo para a manutenção da umidade, onde permaneceram até a emergência dos adultos, e mantidas em câmaras climatizadas tipo B.O.D. (25 ± 2 °C, UR 60 ± 20% e 14 h de fotofase). Os adultos após a emergência foram mantidos 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 alimentadas 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 vaso plástico com capacidade para 20 L contendo solo classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas. Foram distribuídas três sementes do híbrido precoce BG7060 em cada vaso, e após a emergência das plantas foi realizado desbaste, deixando-se uma planta. 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.

A infestação ocorreu aos 14 dias após a emergência das plântulas (DAE) no estágio fenológico V4 (quatro folhas completamente expandidas) permanecendo nas plantas até o estágio fenológico V8 (oito folhas completamente expandidas), totalizando 29 dias de infestação, sendo este intervalo (V4-V8) extremamente crítico na formação das espigas e consequentemente no rendimento final da cultura (Cruz

& Turpin, 1982). As infestações foram realizadas manualmente colocando-se, com auxílio de um pincel, as lagartas de primeiro ínstar no cartucho da cada planta. As plantas de milho contidas nos vasos, por ocasião da infestação, foram cobertas por gaiolas de estrutura de arame galvanizado (1,20 x 0,60 m diâmetro) revestida com tecido do tipo “voile” para evitar a fuga dos insetos. Após a infestação das plantas, elas foram avaliadas diariamente até cinco dias após a infestação, para que lagartas mortas fossem detectadas e substituídas.

Ao final do período de infestação, foram atribuídas notas de acordo com o dano causado na folha pela lagarta, através de avaliação visual da intensidade de dano, obedecendo a escala de notas proposta por Davis et al. (1992).

Dez dias antes da colheita, procedeu-se a 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, ou seja, aos 167 dias após a semeadura, sendo iniciada à medida que as plantas apresentavam-se com coloração palha em razão da perda de umidade. Foram colhidas manualmente as espigas de cada planta, 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 da espiga, 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 (g) por planta foi determinado em balança de precisão.

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; Rousseeuw & Leroy, 1987). Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley; e à independência dos resíduos por análise gráfica.

Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância através 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).

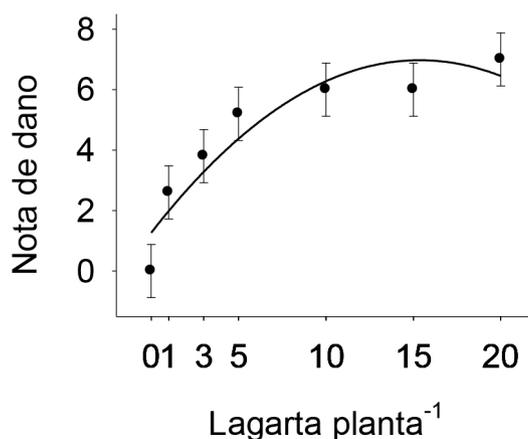
O Nível de Dano (ND) e o Nível de Controle (NC) foram determinados a partir da equação de regressão. O percentual de dano equivalente ao nível de controle foi obtido utilizando-se a fórmula  $\%D=100 \times Ct/V$  (Nakano, 2011), onde Ct é o custo do tratamento e V é o valor da produção em dólar.

Conhecido este percentual, estabeleceu-se uma regra de três simples entre o percentual de dano provocado pelas diferentes densidades populacionais de lagartas planta<sup>-1</sup> (x) determinadas e o percentual de dano obtido da fórmula anteriormente citada, encontrando-se, desta maneira, o número de lagartas planta<sup>-1</sup> que causa o dano equivalente ao nível de controle

## Resultados e Discussão

### Danos nas folhas

As lagartas permaneceram nas plantas durante 29 dias, ocasionando muitos danos, com todas as notas acima de 5 nos níveis de infestação a partir de cinco lagartas planta<sup>-1</sup>, comprometendo o vigor das plantas. Apenas nos dois primeiros níveis de infestação os danos foram menores, ou seja, ocorreu um acréscimo na nota de dano quanto maior foi o nível de infestação de lagartas, ficando evidente que o maior número de lagartas provocou maiores danos, conforme a equação  $y= 1,27 + 0,74x - 0,02x^2$  (Figura 1).



$$y = 1,27 + 0,74x - 0,02x^2 \quad R^2 = 0,88$$

**Figura 1.** Notas atribuídas em função do 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 lagartas planta<sup>-1</sup>). Capão do Leão-RS, 2013/14. (As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%). Escala para atribuição de notas de danos causados por *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho: 0 - sem danos visíveis; 1 - pequenas pontuações (tipo alfinete ou raspagem) em poucas folhas; 2 - pequenos danos em forma de furos em poucas folhas; 3 - danos em forma de furos em várias folhas; 4 - danos em forma de furos em várias folhas e lesões em poucas folhas; 5 - lesões em várias folhas; 6 - grandes lesões em várias folhas; 7 - grandes lesões em várias folhas e porções comidas em poucas folhas; 8 - grandes lesões e grandes porções comidas em várias folhas; 9 - grandes lesões e grandes porções comidas na maioria das folhas (Davis et al., 1992).

Carvalho (1970) também observou que os maiores danos foliares por *S. frugiperda* foram ocasionados em plantas mais desenvolvidas e que as perdas na produção dependem do genótipo, fase de desenvolvimento da cultura quando se deu o ataque e nível de desfolha sofrido pela planta. Isso corrobora com os resultados encontrados por Silva (1995), segundo quem as lagartas reduzem maior área foliar nas infestações ocorridas nos estádios de 4 e 8 folhas. No entanto, de acordo com Cruz & Turpin (1982), danos foliares severos não levam necessariamente a uma perda de produção, já que infestações realizadas no estádio de 4 a 6 folhas, embora tenham resultado em maior índice de dano foliar, proporcionaram baixo percentual na redução do rendimento.

Entretanto, esse período é extremamente crítico, uma vez que no estádio V8 o número de fileiras de grãos é definido e por causa da conformação da planta, característica da fase do “cartucho”, é considerado um estádio limite, pois a partir de então se torna mais difícil de realizar pulverizações, assim exigindo constante vigilância, uma vez que um ataque severo de pragas nessa época pode acarretar quedas na produtividade da ordem de 10 a 25% (Magalhães & Durães, 2006).

### **Avaliações dos parâmetros da produção**

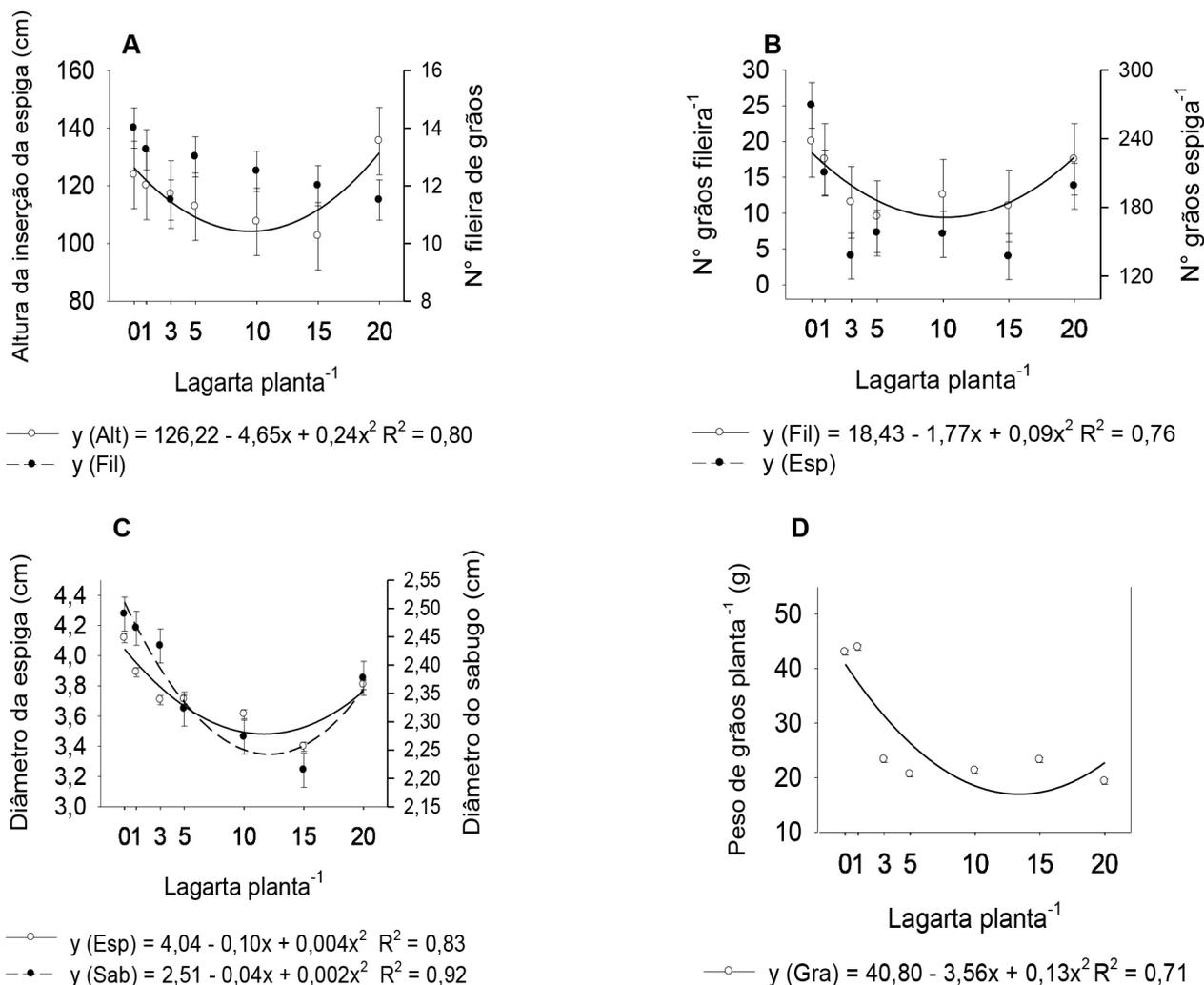
Para as variáveis altura de planta ( $F = 1,42$ ;  $p = 0,257$ ,  $CV = 8,0\%$ ) e comprimento da espiga ( $F = 1,87$ ;  $p = 0,174$ ,  $CV = 13,0\%$ ) não ocorreram diferenças significativas para o fator de tratamento densidade populacional do inseto-praga.

Para a variável altura de inserção da espiga não foi constatada diferença significativa entre as plantas infestadas e a testemunha (Figura 2A). Esses resultados se assemelham aos obtidos por Silva (1995),

que também não verificou diferenças significativas na altura de inserção da espiga de plantas adubadas e não adubadas em relação às suas testemunhas quando foram infestadas com lagartas. No entanto, à medida que aumentou o número de lagartas infestadas por planta, observou-se um decréscimo na altura de inserção da espiga, retomando o crescimento a partir de 10 lagartas planta<sup>-1</sup> (Figura 2A). Lu & Chen (1982) também observaram um aumento na altura de inserção da espiga, quando plantas no estádio de cinco folhas sofreram desfolha artificial. Este 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, mas essa recuperação 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<sup>-1</sup> diferiram significativamente da testemunha (Figura 2A), com 11,52; 12,55; 12,04 e 11,54 fileiras de grãos, respectivamente, enquanto a testemunha apresentou 14,04 fileiras de grãos, valor este aproximado ao estabelecido (16 fileiras de grãos) para o material, de acordo com o Registro Nacional de Cultivares (RNC: 22461).

O menor número de fileira de grãos, comparado à testemunha, pode ser porque neste estádio, V4-V8, a variável é definida na planta de milho (Magalhães & Durães, 2006). Além disso, infere-se que um maior número de lagartas planta<sup>-1</sup> produziu maiores danos foliares, e, conseqüentemente, recebeu nota com maior índice. Este comportamento corrobora com a análise de correlação de Pearson (Tabela 1),



**Figura 2.** Altura da inserção da espiga (cm) (Alt - A) e número de fileira de grãos (Fil - A), número de grãos fileira<sup>-1</sup> (Fil - B) e número de grãos espiga<sup>-1</sup> (Esp - B), diâmetro da espiga (cm) (Esp - C) e diâmetro do sabugo (cm) (Sab - C) e peso grãos planta<sup>-1</sup> (Gra- D) de milho, cultivar BG7060, em função das densidades populacionais de *Spodoptera frugiperda* (0, 1, 3, 5, 10, 15 e 20 lagartas planta<sup>-1</sup>). Capão do Leão-RS, 2013/14. (As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%).

na 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<sup>-1</sup> de milho, e a partir de 10 lagartas planta<sup>-1</sup> esse decréscimo cessou e ocorreu novamente um aumento dele, chegando a valores aproximados ao da

testemunha (Figura 2B). 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.

Através dos dados obtidos 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 esta variável ocorreram diferenças significativas em todos os tratamentos com lagartas de *S. frugiperda* por planta e a testemunha (Figura 2B). Porém, Silva (1995) obteve dados contraditórios, em que as infestações não influenciaram o número de grãos por espiga. Cabe ressaltar que os comportamentos observados corroboram com a análise de correlação de Pearson, em que o número de grãos por fileira e número de grãos por espiga e as notas de dano correlacionam-se negativamente (Tabela 1), visto que o bom desenvolvimento das plantas no estágio V4-V8 é definitivo para uma boa produção de espigas.

Em relação ao diâmetro da espiga foram constatadas diferenças significativas de todos os tratamentos representados pelo número de lagartas planta<sup>-1</sup> em relação à testemunha, porém, o nível de infestação de três lagartas planta<sup>-1</sup> não diferiu do de cinco lagartas (Figura 2C). Esses resultados foram semelhantes àqueles encontrados por Muro et al. (1990), que trabalharam com desfolhas artificiais de 33%, 66% e 100%, em vários estádios de desenvolvimento do milho e observaram que o diâmetro basal das espigas foi reduzido por todos os tratamentos com danos.

A análise entre o número de lagartas planta<sup>-1</sup> e o diâmetro da espiga evidenciou que o diâmetro da espiga decresceu à medida que aumentou o número de lagartas planta<sup>-1</sup>. Esse comportamento se deu até

a infestação de 15 lagartas planta<sup>-1</sup>, após ocorrer um pequeno acréscimo do diâmetro da espiga (Figura 2C). Comportamento semelhante foi observado para o diâmetro de sabugo, em que também se obteve um decréscimo dele, conforme houve aumento dos níveis de infestação de lagartas, comportamento que se manteve até o nível de infestação de 15 lagartas planta<sup>-1</sup>. No entanto, houve diferença significativa no diâmetro do sabugo, somente quando comparados aos maiores níveis de infestação (5, 10, 15 e 20 lagartas planta<sup>-1</sup>). Obviamente os maiores diâmetros encontrados foram para testemunha, um e três lagartas planta<sup>-1</sup>, com 2,49; 2,46 e 2,43 cm, respectivamente (Figura 2C).

Ocorreram diferenças significativas entre a testemunha e os demais tratamentos no peso de grãos por planta quando submetidos a infestações artificiais de *S. frugiperda*, exceto para o nível de infestação de uma lagarta planta<sup>-1</sup>, ou seja, à medida que o número de lagartas planta<sup>-1</sup> aumentou, ocorreu um decréscimo gradativo do peso de grãos por planta, comportamento observado quando infestado com até 15 lagartas planta<sup>-1</sup> (Figura 2D).

Esses resultados corroboram com os de Evans & Stansly (1990), que observaram reduções na produtividade quando as plantas foram infestadas duas semanas após a emergência. Cruz & Turpin (1982) e Silva (1995) constataram que as menores produções foram associadas às infestações nos estádios iniciais e médios da planta, fato este verificado também neste trabalho. Logo, constata-se que a presença do inseto quando a planta se encontra com oito folhas exerce maior influência sobre a queda da produtividade. Cruz & Turpin (1982) e Davis et al. (1996) também apontam infestações ocorridas neste período com as que tiveram maior importância na diminuição da produtividade.

**Tabela 1.** 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<sup>-1</sup>) no estágio fenológico V4-V8 da cultivar de milho BG7060. Capão do Leão-RS, 2013/14.

Variáveis	Altura das plantas	Altura da inserção da espiga	Fileira de grãos	Grãos fileira <sup>-1</sup>	Grãos espiga <sup>-1</sup>	Diâmetro espiga	Diâmetro sabugo	Comp. espiga	Peso grãos planta <sup>-1</sup>	Nota de dano
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
(1)	1,000	0,488 <sup>1</sup> 0,029 <sup>2</sup>	-0,226 0,419	0,226 0,418	0,247 0,357	0,232 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

<sup>1</sup> Coeficientes de correlação de Pearson. <sup>2</sup> Valores de  $p$ .

Ao realizar a comparação entre as densidades populacionais do inseto-praga no estágio fenológico V4-V8, observou-se que quando as plantas foram expostas a cinco e 20 lagartas planta<sup>-1</sup> houve decréscimos no peso de grãos por planta, respectivamente, de 35,66 e 47,06% quando comparados ao controle (0 lagarta planta<sup>-1</sup>) (Figura 2D). Em função de o ciclo da cultivar BG7060 ser precoce, provavelmente não houve condições fisiológicas para a planta manifestar algum tipo de resistência, aumentando com isso prejuízos à produtividade.

No entanto, é possível observar que quando a planta foi submetida a uma infestação de 20 lagartas planta<sup>-1</sup> obteve-se um pequeno acréscimo em todas as variáveis relacionadas à produtividade, quando comparada a outras infestações, isso pode ser em razão de um comportamento típico da espécie, o canibalismo, assim diminuindo o número de lagartas planta<sup>-1</sup> e consequentemente reduzindo as perdas. Isso pode estar relacionado a diversos fatores, como alimentação, densidade populacional, disponibilidade de indivíduos vulneráveis e estresse. Geralmente o comportamento canibal tem base genética, mas sendo controlado ou induzido pelo ambiente (Fox, 1975).

Conforme Andrade (1995), apesar do elevado potencial produtivo, o milho apresenta acentuada sensibilidade a estresse de natureza biótica e abiótica, que aliada à sua pequena plasticidade foliar, reduzida prolificidade e baixa capacidade de compensação efetiva, tem necessidade de seu cultivo ser rigorosamente planejado e criteriosamente manejado, objetivando a manifestação de sua máxima capacidade produtiva. Para o milho, o potencial de produção é definido precocemente por ocasião da emissão da 4<sup>a</sup> folha, podendo se estender até a 6<sup>a</sup> folha, principalmente em função da natureza protândrica dos principais genótipos utilizados no Brasil (Costa, 2004).

## 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 2D) foi estimada a produtividade de grãos por planta para as diferentes densidades populacionais, no intervalo de 0 a 20 lagartas planta<sup>-1</sup> (Tabela 2). Considerando-se a produção estimada de uma planta, pode-se calcular a produção por hectare (65.000 plantas) e comparando-se com a testemunha que é o maior potencial de produção a ser considerado, tem-se o percentual de perdas para cada densidade populacional na época de infestação. Portanto, é possível observar que a produção da testemunha (2.652 Kg ha<sup>-1</sup>) foi boa em comparação à produtividade média de milho para região de Pelotas, que é de 2.838 Kg ha<sup>-1</sup> (Reunião..., 2013).

A redução da produtividade aumentou proporcionalmente ao aumento da densidade de lagartas planta<sup>-1</sup>, em que em níveis de infestação de uma lagarta planta<sup>-1</sup>, as perdas foram de 8,40%, e em plantas com 10 e 15 lagartas, as perdas foram maiores que 50% (Tabela 2). Já os resultados obtidos por Carvalho (1970) e Cruz (1995), em condições de campo, mostram que 0,5 lagarta planta<sup>-1</sup>, ocasionaram decréscimos de 34,1 e 60%, respectivamente, valores estes muito maiores do que os encontrados nesse trabalho quando a infestação por planta foi de uma lagarta. Essas variações podem ser devidas às condições dos experimentos, bem como às características das cultivares utilizadas.

De acordo com Fancelli & Dourado-Neto (2000), a destruição total das folhas expostas, no estágio V8, mediante ocorrência de granizo, geada,

**Tabela 2.** Dados estimados da produção de grãos (g planta<sup>-1</sup> e Kg ha<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>) no estágio fenológico de V4- V8 folhas. Dados estimados pela equação  $y = 40,80 - 3,56x + 0,13x^2$ . Capão do Leão-RS, 2013/14.

Densidades populacionais (x)	Equação	Produção estimada (g) (y)	Produção (Kg/ha)	Perdas na produção (%)
	$Y = 40,80 - 3,56 X + 0,13 X^2$			
0	$Y = 40,80 - 3,56 (0) + 0,13 (0)^2$	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

ataque severo de pragas e/ou doenças, além de outros agentes, pode acarretar quedas na produção da ordem de 10 a 25%, o que corrobora com os resultados obtidos no presente trabalho, em que, em plantas infestadas com três lagartas, observaram-se perdas na produção de 23,31%, visto que, nas condições atuais, principalmente em agroecossistemas de terras baixas, é normal encontrar duas, três e até cinco lagartas por planta de milho.

#### 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),  $\%D = 100 \times Ct/V$ . Calcula-se o nível de controle considerando-se os custos e as receitas em US\$ e obtém-se a  $\%D = 2,46\%$ , sendo este o dano correspondente ao nível de controle para a cultura com o potencial de produzir 2.652 kg/ha, com custo do tratamento de US\$ 12,35e valor da produção de US\$ 502,55 por hectare.

Sendo assim, para plantas com uma, três e cinco lagartas, os níveis de controle são 29%; 11% e 7% de plantas danificadas em uma amostragem de 100 plantas. Para plantas com 10, 15 e 20 lagartas, os níveis de controle variaram pouco, ficando em torno de 5% (Tabela 3).

**Tabela 3.** 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<sup>-1</sup>) no estágio fenológico de V4-V8 folhas. Capão do Leão-RS, 2013/14.

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

Portanto, o nível de controle varia de acordo com a densidade populacional da lagarta-do-cartucho do milho. Desta maneira, à medida que a densidade populacional do inseto-praga aumentou, o nível de controle diminuiu. Isto demonstra que em lavouras que possuem infestações de *S. frugiperda*, em razão do nível de controle ser baixo, ações de controle devem ser tomadas, porque ocorrerão reduções significativas na produtividade de grãos. Desta forma, explica-se o fato de, com 10% de plantas infestadas, ocorrerem perdas na produção, pois em campo é possível observar até 5 lagartas planta<sup>-1</sup> e nesse caso o nível de controle recomendado é de 7% de plantas infestadas, com base nas condições deste experimento.

### Conclusões

A produção de grãos para o híbrido precoce BG7060 cultivado em condições de casa de vegetação é reduzida em 8,40% com uma lagarta de *Spodoptera frugiperda* por planta.

O nível de controle de *S. frugiperda* para o milho BG7060 é 29% de plantas atacadas para uma lagarta planta<sup>-1</sup>.

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 o comprimento da espiga.

A equação  $Y = 40,80 - 3,56 x + 0,13 x^2$  demonstra que os níveis de infestação de lagartas de *S. frugiperda* propiciam uma menor produtividade, conforme ocorre aumento no número de lagartas planta<sup>-1</sup>.

### 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.

ANDRADE, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 1-12, 1995.

DOI: [10.1016/0378-4290\(94\)00107-N](https://doi.org/10.1016/0378-4290(94)00107-N).

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF, c2003. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 10 ago. 2017.

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) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1995. 45 p. (Embrapa-CNPMS. 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, DF, v. 17, n. 3, p. 355-359, 1982.
- DAVIS, F. M.; NG, S. S.; WILLIAMS, W. P. **Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm**. Mississippi: Agricultural and Forest Experiment Station, 1992. 9 p. (Technical Bulletin, 186).
- 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.  
[DOI: 10.2307/3495580](https://doi.org/10.2307/3495580).
- 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.  
[DOI: 10.1590/S1519-566X2001000200016](https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000200016).
- 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.  
[DOI: 10.1093/jee/83.6.2452](https://doi.org/10.1093/jee/83.6.2452).
- FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.
- FOX, L. R. Cannibalism in natural populations. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 6, p. 87-106, 1975.
- 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. 487-488, 1976.  
[DOI: 10.1093/jee/69.4.487](https://doi.org/10.1093/jee/69.4.487).
- 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. (Coord.). **Produção de milho e sorgo em várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p. 87-101. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 74).
- 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. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).
- MURO, J.; MATEO, J. M.; ALBERDI, C. Simulation 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.
- 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 ANUAL DO SORGO, 41., 2013, Pelotas. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul: safras 2013/2014 e 2014/2015**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 124 p.
- ROUSSEEUW, P. J.; LEROY, A. M. **Robust regression and outlier detection**. New York: John Wiley & Sons, 1987.
- SAS INSTITUTE. **SAS system for Windows: version 9.1**. Cary, 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-CNPMS, 1991. 23 p. (Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 15).

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