

INFESTAÇÃO DE MILHO CRIOULO, CONVENCIONAL E TRANSGÊNICO PELA LAGARTA-DO-CARTUCHO E PELA LAGARTA-DA-ESPIGA E PARASITISMO DE OVOS

CAMILA CORRÊA VARGAS¹, ROSANA MATOS DE MORAIS²,
e LUIZA RODRIGUES REDAELLI¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, Brasil - teccamila@gmail.com, luredael@ufrgs.br

²Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação, rosana-morais@seapi.rs.gov.br.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.16, n.3, p. 351-360, 2017

RESUMO - O objetivo foi avaliar a infestação, o parasitismo de ovos e danos da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), e da lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie), em cultivares de milho: variedade crioulo (Lombo Baio), híbrido convencional (Semilha S395) e híbrido geneticamente modificado (Bt) (TC1507 Herculex I®, Cry1F). O experimento foi conduzido em Santa Maria-RS, no período de segunda safra de 2014. O delineamento foi de blocos ao acaso, com três tratamentos e quatro repetições. Foram registrados os danos, o número de lagartas, de posturas e o parasitismo em ovos da lagarta-do-cartucho, dos 9 aos 72 dias após a emergência das plantas (DAE). A infestação da lagarta-da-espiga e o parasitismo de ovos foram registrados dos 67 aos 101 DAE. Os danos causados pela lagarta-do-cartucho foram semelhantes entre milho crioulo e convencional, os quais foram mais elevados do que no milho geneticamente modificado Bt. O número médio de lagartas-do-cartucho foi maior em milho crioulo. A média do número total de lagartas-da-espiga foi semelhante entre milho crioulo e convencional e superior à do Bt. Foi registrado o parasitismo de ovos para a lagarta-da-espiga por *Trichogramma pretiosum* Riley, nas três cultivares avaliadas, com porcentagens semelhantes entre milho crioulo e convencional e superior em milho Bt.

Palavras-chave: *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea*, *Trichogramma pretiosum*, *Zea mays*, manejo de pragas.

INFESTATION IN INLANDRACE, CONVENTIONAL AND TRANSGENIC CORN BY FALL ARMYWORM AND CORN EARWORM, AND EGG PARASITISM

ABSTRACT - The objective of the work was to estimate the infestation and eggs parasitism of fall armyworm (J. E. Smith) and corn earworm (Boddie), in three corn varieties: landrace (LomboBaio), conventional hybrid (Semilha S395) and genetically modified hybrid (Bt) (TC1507 Herculex I®, Cry1F). The experiment was carried out in Santa Maria-RS, during the second-season corn crop, in 2014. The experimental design was a completely randomized block with three treatments, and four replicates. We evaluated the damages, number of larvae, number of eggs and fall armyworm egg parasitism from 9 to 72 days after emergence (DAE). The infestation of corn earworm and the eggs parasitism were measured from 67 to 101 DAE. Fall armyworm damage was similar between landrace and conventional hybrid, and both higher than those of genetically modified hybrid Bt. Average number of fall armyworm larvae was higher in landrace cultivar. The average of total number of corn earworm larvae was similar on landrace and conventional hybrid, both higher than Bt hybrid. Corn earworm eggs parasitism by *Trichogramma pretiosum* Riley was recorded in the three evaluated cultivars and similar parasitism percentage was observed between landrace and conventional hybrid, which was higher in Bt maize.

Keywords: *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea*, *Trichogramma pretiosum*, *Zea mays*, pest management.

O milho destaca-se dentre os alimentos produzidos pela agricultura familiar no País, no entanto, a maior parcela desses agricultores está localizada em áreas de cultivo com problemas fitossanitários e emprego de baixo índice tecnológico na produção (Carpentieri-Pípolo et al., 2010). Nesse contexto econômico e social, o milho crioulo é uma alternativa de produção para os pequenos agricultores e/ou de agricultura agroecológica, frente a cultivares modernas, dependentes de insumos e pacotes tecnológicos (Araújo et al., 2013). Variedades crioulas apresentam alta rusticidade e se adaptam às condições adversas de solo e clima, além de apresentarem elevada importância na conservação e no melhoramento genético da espécie (Catão et al., 2010).

A incidência de insetos-praga está entre os principais fatores que limitam a produção de milho, além disso, o aumento do plantio de milho safrinha acarretou um acréscimo no número de pragas, principalmente por reduzir o período de tempo entre uma safra e outra (Valicente, 2015). Dentre essas pragas, destacam-se a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), e a lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie). A primeira ocorre no cultivo desde a fase de plântula até a de espigamento, podendo neste último caso se alimentar dos grãos em formação (Cruz et al., 2008). Segundo esse autor, a segunda ataca os estilo-estigmas, impedindo a fertilização, além de destruir os grãos leitosos e facilitar a penetração de microrganismos patógenos.

A ocorrência natural de parasitoides associados a ovos da lagarta-do-cartucho e da lagarta-da-espiga em campo favorece a supressão das pragas, auxiliando na redução de uso de produtos fitossanitários (Nava & Nachtigal, 2010).

A avaliação das injúrias foliares causadas pela lagarta-do-cartucho tem sido alvo de vários

estudos, especialmente em milhos híbridos convencionais e híbridos transgênicos Cry1F, Cry1Ab, Cry1A.105+Cry2Ab2 (Morais et al., 2015). No entanto, em variedades crioulas, sobretudo para aquelas cultivadas no Rio Grande do Sul, trabalhos que avaliem esse parâmetro são escassos. O conhecimento do nível de infestação e parasitismo natural da lagarta-do-cartucho e da lagarta-da-espiga pode gerar subsídios importantes para os produtores e auxiliar na tomada de decisão, quanto à adoção de medidas de controle. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar os danos e a infestação da lagarta-do-cartucho, a infestação da lagarta-da-espiga e o parasitismo de ovos das duas espécies em milho crioulo, híbrido convencional e híbrido geneticamente modificado Bt, em cultivo de segunda safra.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Centro de Pesquisas em Florestas da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), em Santa Maria (29° 41' 24''S; 53° 48' 42''O) na Depressão Central do Rio Grande do Sul. A área onde o experimento foi instalado estava anteriormente com vegetação herbácea espontânea.

O delineamento foi em blocos inteiramente ao acaso, com três tratamentos, variedade de milho crioulo (Lombo Baio), híbrido triplo convencional (Semilha S395) e convencional com tecnologia Bt (TC1507, Herculex I®, toxina Cry1F) e quatro repetições. As parcelas com 400 m² tinham 30 linhas, com cerca de 90 plantas cada e, aproximadamente, 2.640 plantas/parcela. Entre cada tratamento, no bloco, e entre cada bloco, foram mantidas áreas de 400 m² e 2.000 m², respectivamente, cultivadas com o híbrido (Semilha S395). Previamente à semeadura (25 dias),

a área foi roçada e foram aplicados 6 L de Roundup®. O solo foi corrigido com 5 ton/ha de calcário e adubado na semeadura com 200 kg/ha de NPK 5-20-20, a qual ocorreu em 09/01/2014 (segunda safra), num espaçamento de 0,45 m nas entrelinhas e 0,66 m entre as plantas. Foram aplicados 100 kg/ha de ureia a lanço quando as plantas apresentavam seis folhas desenvolvidas. Não foram feitos tratamentos fitossanitários ao longo do ciclo da cultura.

A avaliação da infestação e das injúrias de *S. frugiperda* foi realizada semanalmente dos 9 aos 72 dias após a emergência da planta (DAE). Para a avaliação das plantas, em cada ocasião, foram sorteados quatro pontos na parcela. Em cada ponto, cinco plantas foram vistoriadas, uma no ponto, duas à esquerda e duas à direita deste, totalizando 20 plantas. Os danos observados nas folhas de cada planta foram classificados atribuindo-se uma nota de 0 a 9, conforme escala visual de dano foliar (Tabela 1), adaptada de Davis e Willians (1989). A partir da nota atribuída a cada folha, foi calculada uma nota para a planta. Em cada ocasião, também se coletaram duas plantas por

ponto, uma na linha à direita deste e outra à esquerda deste, as quais foram ensacadas e levadas para o laboratório, onde foram observados danos, presença de posturas e de lagarta-do-cartucho e parasitismo. Para avaliação do parasitismo em ovos da espécie, cada postura foi acondicionada individualmente em eppendorf®, mantida em câmara climatizada (25 ± 1 °C, $65 \pm 10\%$ UR, fotofase de 12 horas), e foram registrados os número de lagartas eclodidas e/ou emergência de parasitoides.

Para avaliação de *H. zea*, foram realizadas 11 amostragens a partir do estágio reprodutivo R1 (embonecamento) até o estágio R5 (formação do dente) (Magalhães & Durães, 2006), em intervalos de três dias. Em cada ocasião, e em cada parcela, foram sorteadas 15 plantas e em cada uma, recolheu-se uma espiga, totalizando 60 espigas por variedade/ocasião de amostragem. Em laboratório, os estilo-estigmas foram examinados para contagem e identificação de ovos e lagartas. Para a avaliação do parasitismo, os ovos foram acondicionados individualmente em tubos de vidro, mantidos em câmara climatizada

Tabela 1. Escala de notas de danos foliares (0 a 9) para avaliação de danos de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho [adaptada da tabela de danos de Davis e Williams (1989)].

Nota	Descrição
0	Sem danos
1	Folhas com pontuações
2	Folhas raspagens (até 3 cm) em até 50% da superfície*
3	Folhas pequenas raspagens mais de 50% da superfície
4	Folhas com lesões grandes em até 50% da superfície**
5	Folhas com lesões grandes em mais de 50% da superfície
6	Folhas com furos pequenos (até 3 cm) em até 50% da superfície***
7	Folhas com furos pequenos em mais de 50% da superfície
8	Folhas com furos grandes em até 50% da superfície
9	Folhas com furos grandes em mais de 50% da superfície

*Folha raspada = dano superficial parênquima intacto.

** Folha com lesões = parênquima destruído, mas epiderme mantida.

*** Folha com furos = ausência de tecido foliar.

(25 ± 1 °C, $65 \pm 10\%$ UR, fotofase de 12 horas), até o registro de emergência de lagartas e/ou parasitoides. A identificação dos parasitoides foi realizada segundo a metodologia de Querino e Zucchi (2011).

Foi calculada a nota média de danos foliares por planta, o número médio de posturas e da lagarta-do-cartucho por planta. Para a lagarta-da-espiga, calculou-se o número de ovos e de lagartas por planta em cada variedade. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e analisados pelo teste de Kruskal-Wallis e as médias foram comparadas pelo teste de Dunn ao nível de significância de 5%. Com base na porcentagem de plantas infestadas calculou-se, para cada variedade, o nível de dano econômico (NDE), conforme Cruz (2015). A porcentagem de parasitismo nos ovos da lagarta-da-espiga e o incremento de danos da lagarta-do-cartucho entre 9 e 13 DAE foram comparados entre as variedades por Qui-quadrado de heterogeneidade, a 5% de significância. As análises foram efetuadas utilizando o programa Bioestat 5.0® (Ayres et al., 2007).

Resultados e Discussão

As médias das notas visuais de injúrias foliares de *S. frugiperda* por planta, computadas dos 9 aos 72 DAE, não diferiram significativamente entre os milhos crioulo ($7,34 \pm 0,163$) e híbrido convencional ($7,05 \pm 0,120$) e ambas foram significativamente diferentes quando comparadas com milho Bt ($2,15 \pm 1,58$) ($H = 21,9569$; $gl = 2$; $p = < 0,0001$) (Figura 1). Médias de injúrias foram mais altas em variedades convencionais ($3,3 \pm 0,05$ a $5,18 \pm 0,11$), quando comparadas à transgênica (Cry1F) ($1,37 \pm 0,04$ a $3,19 \pm 0,11$), semelhante ao encontrado por Fernandes et al. (2003) e Morais et al. (2015). No entanto, Michelotto et al. (2017), trabalhando com a variedade

TC1507, Herculex I® no Estado de São Paulo, observaram, para o ano de 2014, notas visuais superiores a 6,5, sendo as registradas para danos da lagarta-do-cartucho próximas às notas atribuídas aos híbridos convencionais. No milho crioulo, os danos da lagarta-do-cartucho constatados ($7,34 \pm 0,163$) foram elevados em relação aos obtidos por Philippus (2013) em dez variedades crioulas na região de Lages-SC, cujas médias das notas máximas de danos variaram entre $2,0 \pm 0,06$ no período vegetativo e $2,8 \pm 0,63$ no reprodutivo. As diferenças entre os resultados desses dois estudos podem estar relacionadas a vários fatores como, por exemplo, as características genéticas distintas dos genótipos crioulos e diferenças relacionadas aos níveis de infestação em função da época e do local. Além disso, adubação, irrigação e temperatura podem também afetar o consumo das lagartas, resultando em maiores ou menores danos, conforme relatado por Cruz et al. (2008).

Ao longo de todo período, foram registrados danos, entretanto, o maior aumento foi verificado dos 9 aos 13 DAE, para as três cultivares, com acréscimo semelhante entre crioulo (85%) e convencional (96%), e distintos do Bt (162%) ($p < 0,0001$) (Figura 1). Danos superiores no início do estágio vegetativo em comparação com o restante do ciclo foram também constatados em 25 cultivares mantidas em período de safra e de segunda safra em Jaboticabal, São Paulo (Farinelli & Fornasieri Filho, 2006). O nível de dano econômico (NDE) é atingido, segundo Cruz (2015), quando cerca de 10% das plantas estão infestadas, a partir da contagem do número de plantas atacadas em 100 plantas amostradas, em pelo menos quatro pontos por hectare. Aos 9 DAE, as variedades crioulo e convencional já haviam ultrapassado o NDE, enquanto no milho Bt esse valor foi alcançado só aos 13 DAE. No entanto, nas três cultivares ava-

liadas, o controle da lagarta-do-cartucho já teria sido necessário se os cultivos fossem comerciais.

Apesar das injúrias se apresentarem menos expressivas no evento transgênico, estas ocorreram e foram superiores ao NDE. Isso sugere a presença de lagartas resistentes à toxina Cry1F no Rio Grande do Sul, fato que compromete a tecnologia a longo prazo. De fato, Michelotto et al. (2017) destacaram que os híbridos com expressão da proteína inseticida Cry1F, em São Paulo, a partir do ano de 2012, não se mostravam efetivos no controle da lagarta-do-cartucho. Além disso, Waquil et al. (2016), trabalhando com resistência da lagarta-do-cartucho em diferentes variedades de milho Bt, observaram alto desenvolvi-

mento larval em variedades com a proteína Cry1F, o que mostra sua defesa para essa proteína.

As médias do número de posturas da lagarta-do-cartucho não diferiram entre milho crioulo ($0,09 \pm 0,007$), convencional ($0,07 \pm 0,005$) e Bt ($0,10 \pm 0,006$) ($H = 0,7242$; $gl = 2$; $p = 0,6962$). A não distinção entre plantas Bt e não Bt para oviposição foi observada também para o noctuídeo *Alabama argilacea* Hübner em algodão. Esse fato pode ser explicado pela expressão constitutiva da toxina na planta, não promovendo outras diferenças fenotípicas nas variedades que permitam a identificação pelas fêmeas (Lima & Torres, 2011). Desde a primeira amostragem, já foram constatadas posturas, entretanto, a maior média

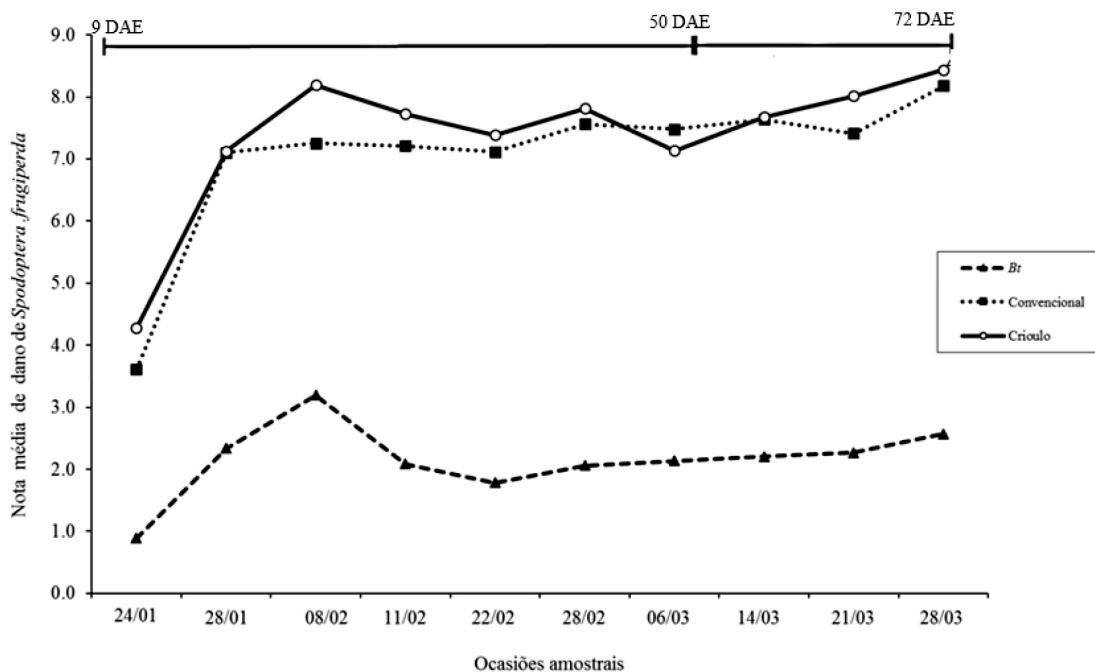


Figura 1. Média de notas visuais de danos foliares por planta, provocados por *Spodoptera frugiperda* em milho crioulo (Lombo Baio), híbrido convencional (Semilha S395) e híbrido Bt (TC1507, Herculex I®), no período compreendido entre os 9 e os 72 dias após a emergência da plântula (DAE), cultivados em segunda safra. Santa Maria-RS, janeiro a março de 2014. (9 DAE, 50 - DAE, -72 DAE).

do número de posturas por planta foi registrada aos 9 DAE (Figura 2). A maior incidência de posturas no início do estágio vegetativo já havia sido verificada por Dequech et al. (2013), em milho convencional, em Santa Maria e Santa Barbara do Sul-RS.

Em relação a *H. zea*, o número médio total de ovos/espiga foi semelhante entre as variedades ($H = 1.2091$; $gl = 2$; $p = 0,5463$) (Tabela 2). Nas duas semanas iniciais da fase reprodutiva é que foi constatada a maior porcentagem de plantas com presença de

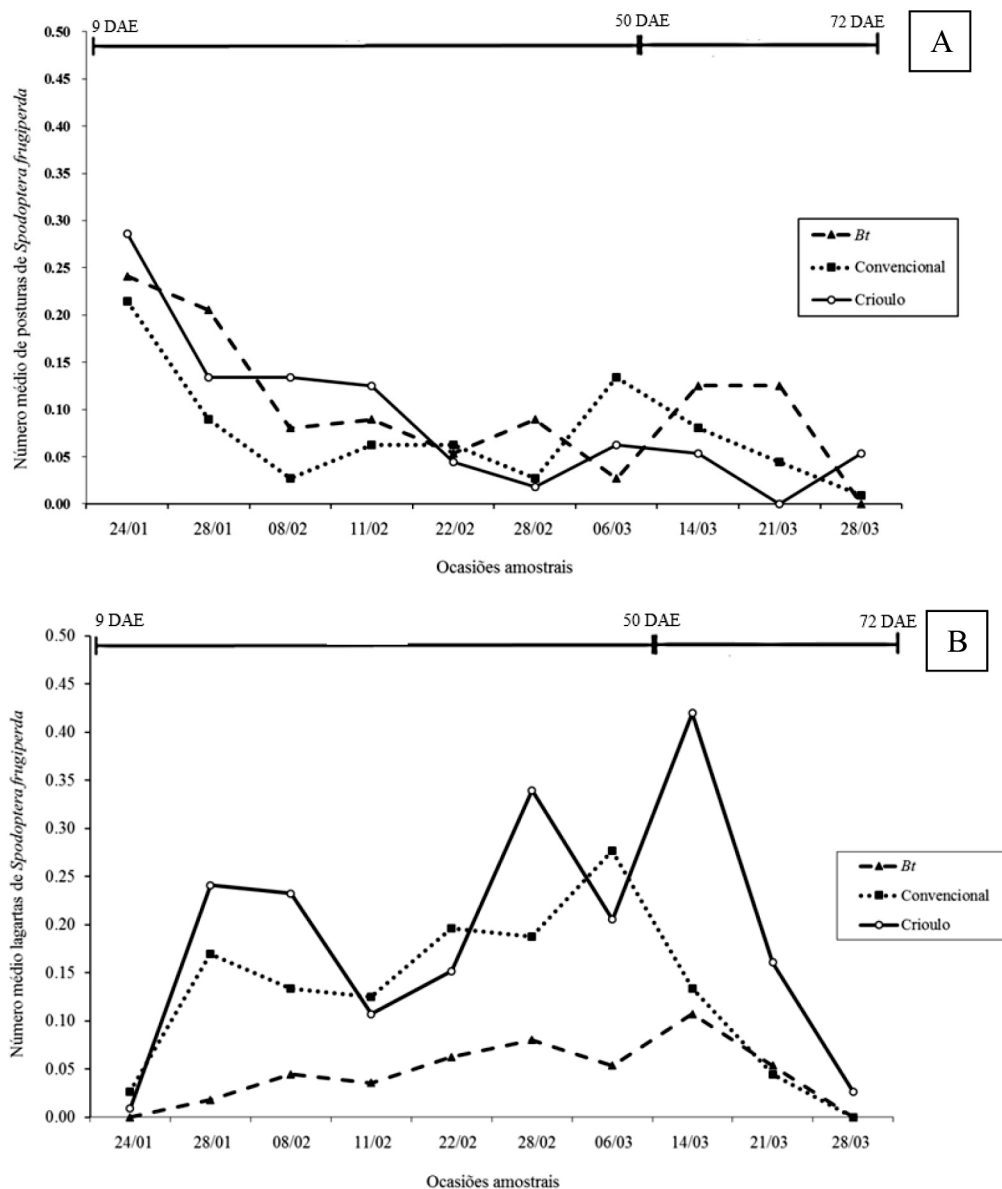


Figura 2. Número médio de posturas (A) e de lagartas (B) de *Spodoptera frugiperda* por planta, coletadas em campo e laboratório, em milho crioulo (Lombo Baio), híbrido convencional (Semilha S395) e híbrido Bt (TC1507 Herculex I®), no período compreendido entre os 9 e os 72 dias após a emergência da plântula (DAE), cultivados em segunda safra. Santa Maria-RS, janeiro a março de 2014. (9 DAE, 50 - DAE, 72 DAE).

ovos nas três variedades: Bt (60,6%), crioula (62,4%) e híbrida (71,3%). Estes resultados corroboram os de Foresti et al. (2013), que verificaram 70% das plantas do híbrido Cintia, em Santo Augusto-RS, com ovos de *H. zea* 14 dias após o início da emissão dos estilo-estigmas. Conforme os autores, após este período os estilo-estigmas entraram em senescência, não sendo mais atrativos à oviposição.

O registro de número semelhante de ovos tanto da lagarta-do-cartucho como da lagarta-da-espiga nas três cultivares avaliadas sugere que as fêmeas de ambas as espécies não possuem preferência de oviposição por qualquer uma destas. Em milhos híbridos convencionais e seus isogênicos transgênicos, Nais (2012) também não constatou diferença significativa na oviposição de *H. zea*.

O número médio de lagartas de *H. zea* por planta foi maior no milho crioulo ($0,19 \pm 0,116$) do que no convencional ($0,12 \pm 0,077$) e no milho Bt ($0,05 \pm 0,002$) ($H = 1,9515$; $gl = 2$; $p = 0,0144$) (Figura 2B). O número médio de lagartas por espiga, ao longo de todo o período, foi semelhante entre milho crioulo e convencional, e inferior ao milho Bt ($H = 16,568$; $gl =$

2; $p = 0,0003$) (Tabela 1). A menor média de lagartas no milho Bt está associada à presença da toxina Cry incorporada no DNA das plantas, que causam a morte destas, por ingestão (Soberón et al., 2009).

Para ovos de *S. frugiperda*, não houve registro de parasitismo, apesar de em outros estudos já terem sido constatadas as espécies *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, e *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagaratti, 1973 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Camera et al., 2010). Conforme Beserra et al. (2002), o parasitismo de ovos da lagarta-do-cartucho pode ser dificultado em função de a postura conter mais do que uma camada de ovos e de apresentar escamas na parte superior. Foi registrado *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *H. zea*. A maior porcentagem de parasitismo foi encontrada em ovos coletados no milho Bt, diferindo da observada em milho crioulo e convencional ($\chi^2 = 28,75813$; $gl = 2$; $p \leq 0,0001$) (Tabela 2). Paron et al. (1998), no Estado de Minas Gerais, verificaram uma variação de 34,1 a 62,4% de parasitismo em ovos da lagarta-da-espiga, em função da cultivar uti-

Tabela 2. Número médio (\pm EP) de ovos e lagartas de *Helicoverpa zea* e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma pretiosum* em ovos em milho crioulo (Lombo Baio), híbrido convencional (Semilha S395) e híbrido Bt (TC1507 Herculex I ®).

Variedades	Número médio \pm EP		% de parasitismo ³
	Ovos ns ¹	Lagartas ²	
Crioulo	$0,39 \pm 0,009$	$0,32 \pm 0,004$ a ²	40,6 b ³
Convencional	$0,31 \pm 0,010$	$0,28 \pm 0,003$ a	36,1 b
Bt	$0,27 \pm 0,008$	$0,11 \pm 0,002$ b	53,9 a

¹ns = diferença não significativa, pelo teste de Dunn, a 5% de probabilidade.

²Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Dunn, a 5% de probabilidade.

³ Porcentagens seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Qui-quadrado, a 5% de probabilidade.

lizada, e atribuíram esta diferença às características morfológicas da planta e aos voláteis específicos de cada genótipo. Até o momento, o parasitismo natural por *T. pretiosum* só havia sido registrado em lavouras de milho na região central do Rio Grande do Sul, em ovos de *S. frugiperda* (Dequech et al., 2013). Entretanto, esta espécie já havia sido constatada no Estado de São Paulo, em cultivares híbridas de milho, com uma taxa média de parasitismo de 50% em ovos de *H. zea* (Sá & Parra, 1994).

Conclusões

1) A oviposição de *S. frugiperda* e de *H. zea* é semelhante entre as variedades de milho crioulo (Lombo Baio), convencional (Semilha S395) e Bt (TC1507, Herculex I®), indicando que estas espécies de lepidópteros não as distinguem como hospedeiros.

2) Os danos de *S. frugiperda* são semelhantes nos híbridos de milho convencional e milho crioulo, sugerindo que o uso deste último não compromete a produtividade em função da incidência da lagarta-do-cartucho, podendo, assim, ser uma alternativa para a agricultura familiar, desde que o manejo desses lepidópteros ocorram de forma eficiente desde o início do cultivo.

3) Este é o primeiro registro de *T. pretiosum* em ovos de *H. zea* na região central do Rio Grande do Sul.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas, respectivamente, ao primeiro e ao terceiro (Processo nº 308113/2016-0) autores.

Referências

ARAÚJO, A. V. A.; BRANDÃO, D. da S.; FERREIRA, I. C. P. V.; COSTA, C. A. da; PORTO, B. B. A. Desempenho agrônomo de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. **Revista de Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 885-892, 2013. DOI: [10.1590/S1806-66902013000400027](https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000400027).

AYRES, M.; AYRES, J. R. M.; AYRES D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 5.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 364 p.

BESERRA, E. B. B.; DIAS, C. T. dos. S.; PARRA, J. R. P. Distribution and natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 85, n. 4, p. 588-593, 2002. DOI: [10.1653/0015-4040\(2002\)085\[0588:DANPOS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2002)085[0588:DANPOS]2.0.CO;2).

CAMERA, C.; DEQUECH, T. B.; RIBEIRO, L. do P.; QUERINO, R. B. Primeiro relato de *Trichogramma rojazi* parasitando ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1828-1830, 2010. DOI: [10.1590/S0103-84782010000800025](https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000800025).

CARPENTIERI-PÍPOLO, V. C.; SOUZA, A. de; SILVA, D. A.; BARRETO, T. P.; GARBUGLIO, D. D.; FERREIRA, J. M. Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo índice tecnológico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 229-233, 2010. DOI: [10.4025/actasciagron.v32i2.430](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i2.430).

CATÃO, H. C. R. M.; COSTA, F. M.; VALADARES, S. V.; DOURADO, E. da R.; BRANDÃO JUNIOR, D. da S.; SALES, N. de L. P. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2060-2066, 2010. DOI: [10.1590/S0103-84782010001000002](https://doi.org/10.1590/S0103-84782010001000002).

CRUZ, I. Avanços e desafios no controle biológico com predadores e parasitoides na cultura do milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA,

- 13., 2015, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2015. p. 647-662.
- CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517 p.
- DAVIS, F. M.; WILLIAMS, W. P. Methods used to screen maize resistance and to determine mechanisms of resistance to the Southwestern corn borer and fall armyworm. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON METHODOLOGIES FOR DEVELOPMENT HOST-PLANT RESISTANCE TO MAIZE INSECTS, 1989, México. **Toward insect resistance maize for the world: proceedings**. México: CIMMYT, 1989. p. 101-104.
- DEQUECH, S. T. B.; CAMERA, C.; STURZA, V. S.; RIBEIRO, L. P.; QUERIO, R. B.; PONCIO, S. Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* eggs and natural parasitism by *Trichogramma* in maize. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 295-300, 2013. DOI: [10.4025/actasciagron.v35i3.16769](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.16769).
- FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 197-202, 2006.
- FERNANDES, O. D.; PARRA, J. R. P.; NETO, A. F.; PÍCOLI, R.; BORGATTO, A. F.; DEMÉTRIO, C. G. B. Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 2, p. 25-35, 2003. DOI: [10.18512/1980-6477/rbms.v2n2p25-35](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n2p25-35).
- FORESTI, J.; BERNARDI, O.; ZART, M.; GARCIA, M. S. Comportamento de oviposição de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho semente e simulação de controle. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 1, p. 78-84, 2013. DOI: [10.18512/1980-6477/rbms.v12n1p78-84](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n1p78-84).
- LIMA, M. S.; TORRES, J. B. Produção da toxina Cry1Ac e preferência para alimentação e oviposição de *Alabama argillacea* em algodão Bt sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 5, p. 451-457, 2011. DOI: [10.1590/S0100-204X2011000500001](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000500001).
- 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).
- MICHELOTTO, M. D.; DUARTE, A. P.; FREITAS, R. S.; MIGUEL, F. B.; CROSARIOL NETTO, J. Controle da lagarta-do-cartucho em milho transgênico na safrinha em São Paulo: dez anos de uso. **Nucleus**, Ituverava, p. 67-74, 2017. Edição especial. DOI: [10.3738/1982.2278.2821](https://doi.org/10.3738/1982.2278.2821).
- MORAIS, A. R. A.; LOURENÇÃO, A. L.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Resistance of conventional and isogenic transgenic maize hybrids to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 1, p. 50-57, 2015. DOI: [10.1590/1678-4499.0367](https://doi.org/10.1590/1678-4499.0367).
- NAIS, J. **Infestação de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) em híbridos comerciais de milho (*Zea mays* L.)**. 2012. 78 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.
- NAVA, D. E.; NACHTIGAL, G. F. Controle biológico no sul do Brasil. **Revista de Controle Biológico**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 15-18, 2010.
- PARON, M. J. F. O.; CRUZ, I.; CIOCIOLA, A. Efeito de genótipos de milho no parasitismo por *Trichogramma* spp. em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 435-441, 1998. DOI: [10.1590/S0301-80591998000300012](https://doi.org/10.1590/S0301-80591998000300012).
- PHILIPPUS, R. L. **Suscetibilidade e cultivares de milho de polinização aberta “crioulos” e comerciais a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estadual de Santa Catarina, Lages, 2013.
- QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. **Guia de identificação de *Trichogramma* para o Brasil**. Brasília, DF: Embrapa

- Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 103 p.
- SÁ, L. A. N.; PARRA, J. R. P. Natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in corn by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 77, n. 1, p. 185-187, 1994. DOI: [10.2307/3495886](https://doi.org/10.2307/3495886).
- SOBERÓN, M.; GILL, S. S.; BRAVO, A. Signaling versus punching hole: how do *Bacillus thuringiensis* toxins kill insect midgut cells? **Cellular and Molecular Life Sciences**, Basel, v. 66, n. 8, p. 1337-1349, 2009. DOI: [10.1007/s00018-008-8330-9](https://doi.org/10.1007/s00018-008-8330-9).
- VALICENTE, F. H. Manejo de pragas. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. (Ed.). **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2015. cap. 12, p. 273-293.
- WAQUIL, M. S.; PEREIRA, E. J. G.; CARVALHO, S. S. S.; PITTA, R. M.; WAQUIL, J. M.; MENDES, S. M. Índice de adaptação e tempo letal da lagarta-do-cartucho em milho Bt. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 5, p. 563-570, 2016. DOI: [10.1590/S0100-204X2016000500017](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500017).