

Boletim Técnico

04

Pesquisa e Desenvolvimento

2021
ISSN 2674-8177

Rosana Matos de Moraes
Tamires Silveira Moro
Gerusa Pauli Kist Steffen
Joseila Maldaner
Cleber Witt Saldanha
Evandro Luiz Missio
Ricardo Bemfica Steffen



Liberação de *Trichogramma pretiosum* no controle biológico da lagarta da espiga do milho



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL



Departamento de Diagnóstico
e Pesquisa Agropecuária



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO E PESQUISA
AGROPECUÁRIA**

BOLETIM TÉCNICO: pesquisa e desenvolvimento

**LIBERAÇÃO DE *Trichogramma pretiosum* NO CONTROLE
BIOLÓGICO DA LAGARTA DA ESPIGA DO MILHO**

Autores

Rosana Matos de Moraes
Tamires Silveira Moro
Geresa Pauli Kist Steffen
Joseila Maldaner
Cleber Witt Saldanha
Evandro Luiz Missio
Ricardo Bemfica Steffen

Porto Alegre, RS

2021

Governador do Estado do Rio Grande do Sul: Eduardo Figueiredo Cavalheiro Leite.

Secretário da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural: Luis Antonio Franciscatto Covatti.

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

<https://www.agricultura.rs.gov.br/ddpa>

Diretor: Caio Fábio Stoffel Efrom

Comissão Editorial:

Lia Rosane Rodrigues; Loana Silveira Cardoso; Bruno Brito Lisboa; Larissa Bueno Ambrosini; Marioni Dornelles da Silva; Rovaina Laureano Doyle

Arte: Rodrigo Nolte Martins

Catálogo e normalização: Marioni Dornelles da Silva CRB-10/1978

B688I BOLETIM TÉCNICO: pesquisa e desenvolvimento. Liberação de *Trichogramma pretiosum* no controle biológico da lagarta da espiga do milho / Rosana Matos de Moraes ... [et al.]. – Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2021.

26 p. ; il.

Anual

Continuação de: Boletim Fepagro – n.1 (1995) – n.26 (2016)

1. Parasitoide. 2. *Helicoverpa zea*. 3. Insumo biológico. I. Moraes, Rosana Matos. II. Título.

CDU 632.937

REFERÊNCIA

MORAIS, Rosana Matos de *et al.* **Liberação de *Trichogramma Pretiosum* no controle biológico da lagarta da espiga do milho.** Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2021. 26 p. (Boletim Técnico: pesquisa e desenvolvimento, n. 4).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4 CONCLUSÕES.....	22
5 AGRADECIMENTOS.....	22
REFERÊNCIAS	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista da área experimental de cultivo de milho no Centro de Pesquisa em Florestas, em Santa Maria, RS.12

Figura 2. Cartela contendo ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum*, pendurada em uma haste de madeira em parcela com liberação de parasitoide (A). Ovos de *Helicoverpa zea* (indicados por setas) em estilos-estigmas (B). Espiga de milho com lagarta (C).14

Figura 3. Espigas separadas por parcelas (A), pesadas (B) e debulhadas manualmente (C).14

Figura 4. Proporção de ovos de *Helicoverpa zea* coletados, de ovos parasitados, e de lagartas por espiga nas ocasiões amostrais.16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Médias (\pm erro padrão) de percentual de parasitismo, número de ovos e de lagartas de *Helicoverpa zea*, de espigas amostradas danificadas, de espigas produzidas, massa de espigas (g) e massa de grãos (g) nos diferentes tratamentos, em lavoura de milho experimental, Santa Maria, RS.....18

Tabela 2. Número médio (\pm erro padrão) de ovos parasitados e longevidade das fêmeas, percentual de viabilidade dos ovos e razão sexual da prole de *Trichogramma pretiosum* sob diferentes temperaturas (T).....20

BOLETIM TÉCNICO: pesquisa e desenvolvimento

Liberação de *Trichogramma pretiosum* no controle biológico da lagarta da espiga do milho

Rosana Matos de Moraes¹, Tamires Silveira Moro², Gerusa
Pauli Kist Steffen³, Joseila Maldaner⁴, Cleber Witt Saldanha⁵,
Evandro Luiz Missio⁶, Ricardo Bemfica Steffen⁷

¹Pesquisadora, Dra. em Fitotecnia/Entomologia, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. rosana-morais@seapdr.rs.gov.br

²Graduanda de Agronomia. Bolsista de Iniciação científica CNPq. tmymoro@hotmail.com

³Pesquisadora, Dra. em Ciência do Solo, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. gerusa-steffen@seapdr.rs.gov.br

⁴Pesquisadora, Dra. em Fisiologia Vegetal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. joseila-maldaner@seapdr.rs.gov.br

⁵Pesquisador, Dr. em Fisiologia Vegetal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. cleber-saldanha@seapdr.rs.gov.br

⁶Pesquisador, Dr. em Silvicultura/Fitotecnia, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. evandro-missio@seapdr.rs.gov.br

⁷Pesquisador, Doutor em Ciência do Solo. agronomors@gmail.com

RESUMO

O estudo objetivou avaliar uma linhagem de *Trichogramma pretiosum*, nativa da região Central do Rio Grande do Sul, no parasitismo da lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*), após liberações em área de milho. Foram instaladas nove parcelas (400 m²) de milho híbrido em blocos ao acaso, com os seguintes tratamentos: 1) liberação de parasitoides escalonada, em três semanas consecutivas; 2) liberação em apenas uma ocasião; 3) sem liberação. A cada quatro dias foram coletadas espigas, e registrados os danos e número de lagartas e de ovos de *H. zea*. A avaliação iniciou durante o pendoamento e estendeu-se até a fase de secagem dos estilos-estigma. Duas linhas em cada parcela foram reservadas para avaliação do número e massa das espigas e grãos. Em laboratório, fêmeas de *T. pretiosum* foram mantidas a 18, 25 e 30°C e avaliadas quanto ao potencial de parasitismo. No campo, foi coletado 1063 ovos de *H. zea*, dos quais 69,52 % estavam parasitados. O percentual médio de parasitismo foi maior com liberação escalonada de *T. pretiosum* (82,77%), comparativamente ao controle (51,87%), porém não houve diferença na produção de grãos. Em laboratório o maior percentual de parasitismo foi aos 25°C (35,54 %), e a menor longevidade aos 30°C (6,8 dias). Tendo em vista a capacidade de parasitismo da linhagem avaliada, sugere-se que a mesma possui potencial para ser utilizada em programas de controle biológico da lagarta da espiga no cultivo de milho no Rio Grande do Sul.

Palavras chave: *Helicoverpa zea*. Liberação escalonada. Parasitismo. Linhagem nativa.

Release of *Trichogramma pretiosum* in the earworm biological control

ABSTRACT

This study aimed to evaluate a strain of *Trichogramma pretiosum* native to the central region of the state Rio Grande do Sul, Brazil in the parasitism of earworm (*Helicoverpa zea*) after releases in corn field. Nine plots (400 m²) of hybrid maize were installed in randomized blocks under the following treatments: 1) staggered release of parasitoids in in three different occasions, at three-day intervals; 2) a single release of parasitoids; 3) no release of parasitoids. Ears were collected every four days and the number of caterpillars and eggs of *H. zea* and the number of damaged ears were estimated. The evaluation started after the tassels growth and ended with the complete drying of the style-stigma. To estimate the grain mass and the ear number and mass, two lines in each plot were reserved. In laboratory, *Trichogramma pretiosum* females were kept at 18, 25 and 30°C and had their parasitism potential evaluated. A total of 1,063 *H. zea* eggs were collected in the field, 69.52 % were parasitized. The mean parasitism rate was higher in T1 (staggered release, 82.77%) than in control (51.87%), but there was no difference in grain yield. In laboratory, the highest parasitism rate occurred at 25°C (35.54 %) and the lowest longevity at 30°C (6.8 days). Based on the parasitism capacity of the studied strain, it can be potentially used in programs of biological control of earworm in corn crops of Rio Grande do Sul.

Keywords: *Helicoverpa zea*. Staggered release. Parasitism. Native strain.

1 INTRODUÇÃO

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O uso do milho em grão na alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal no mundo, que no Brasil varia de 70 a 90%, dependendo da região geográfica. A importância do milho ainda está relacionada ao aspecto social, pois grande parte dos produtores não é altamente tecnificada, não possui grandes extensões de terras, mas depende dessa produção para a sobrevivência (CRUZ *et al.*, 2011). O Rio Grande do Sul possui alta representatividade na produção do grão no país, com cerca de 760 mil hectares de área plantada e de 5,7 milhões de toneladas produzidas em 2019 (SIDRA, 2020).

Dentre os insetos considerados pragas importantes no cultivo, a lagarta da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), destaca-se por causar danos expressivos nas lavouras de milho do Sul do Brasil. A lagarta consome os grãos e secciona os estilos-estigma, provocando o abortamento das sementes, falhas na granação e redução na produtividade. Além disso, pode proporcionar a entrada de outros insetos tais como gorgulhos, moscas e traças, que passam a consumir o restante da espiga (WORDELL FILHO *et al.*, 2016).

Diversos grupos de inimigos naturais atuam no controle biológico de *H. zea* (SÁ; PARRA, 1993; WORDELL FILHO *et al.*, 2016). Dentre esses, o parasitismo natural de ovos de *H. zea* por *Trichogramma pretiosum* Ryley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) atinge com frequência

50%, podendo ainda chegar a mais de 90% (SÁ; PARRA, 1994). Conforme Foresti *et al.* (2012) a taxa de parasitismo pode ser ainda incrementada com liberações crescentes do agente no campo.

O uso de linhagens comerciais de *T. pretiosum* para o controle de lagartas é bastante difundido entre os agricultores em função da eficiência, da preocupação em reduzir a aplicação de agrotóxicos e do baixo custo de aquisição, comparativamente aos inseticidas químicos (PARRA, 2010; FIGUEIREDO *et al.*, 2015). Porém, a falta de informações referentes à aplicação no campo muitas vezes resulta em insucesso e descrédito da tecnologia, pois conforme Sá e Parra (1993) existe a necessidade de se definir o intervalo mais adequado para cada localidade de interesse e grau de infestação.

Mesmo com a evidência de associação entre o parasitoide e seus hospedeiros e o caráter generalista de *T. pretiosum*, para o sucesso de programas de controle são necessárias avaliações de linhagens específicas para cada local, visto que estes parasitoides apresentam grande variação no seu comportamento de procura, preferência hospedeira e resposta às condições ambientais (HASSAN, 1997). Dentre os fatores abióticos relacionados ao desempenho de cada linhagem, a temperatura é vista como o fator que mais afeta os parasitoides desse gênero, pois, em determinados limites térmicos, a capacidade de parasitismo pode ser alterada (BUENO *et al.*, 2010; PRATISSOLI *et al.*, 2004). Conforme Pratisoli *et al.* (2007), as condições de microclima de diferentes regiões podem influenciar na capacidade reprodutiva de cada linhagem.

O Rio Grande do Sul apresenta grande amplitude térmica ao longo do ano agrícola do milho, o qual ocorre tanto no inverno com semeadura no mês de agosto, quanto na segunda safra do verão, quando as temperaturas podem superar os 30°C (RODRIGUES; SILVA, 2011). Levando-se em conta que insetos de diferentes linhagens podem apresentar capacidade reprodutiva e longevidade variadas em distintas temperaturas (PRATISSOLI *et al.*, 2006), a investigação de linhagens provenientes de regiões climáticas específicas pode proporcionar importantes informações para o uso do controle aumentativo.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar uma linhagem de *Trichogramma pretiosum*, da região Central do RS, quanto à capacidade reprodutiva sob diferentes temperaturas em condições de laboratório, bem como no parasitismo de *Helicoverpa zea* após liberações única ou escalonada em lavoura de milho experimental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A linhagem de *T. pretiosum* avaliada foi obtida de ovos de *H. zea* coletados no ano anterior (2014), no município de Santa Maria, em plantio de milho de segunda safra. Na ocasião, todos os parasitoides foram identificados como mesma espécie, conforme a metodologia de Querino e Zucchi (2011), e por ser de mesmo local foram considerados uma única linhagem. Os parasitoides foram mantidos em condições controladas (25°C e 12 h de luz) e multiplicados em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), seguindo a metodologia de Parra *et al.* (1997).

Campo

O trabalho de campo foi conduzido no Centro de Pesquisas em Florestas da Secretaria da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento Rural, em Santa Maria (29° 41' 24''S; 53° 48' 42''O), município localizado na Depressão Central do RS (Figura 1). As parcelas experimentais foram constituídas de nove áreas de 400 m² semeadas com milho de cultivar híbrida não transgênica (Fepagro RS 22) no dia 22 de janeiro, a um espaçamento de 0,45 m de entrelinhas e de 0,66 m entre as plantas. As parcelas foram separadas umas das outras por no mínimo 20 m de mesmo cultivo. A correção do pH do solo e adubação foi realizada de acordo com a necessidade identificada previamente pela análise de solo. Exceto pela utilização de Roundup® aplicado previamente à semeadura, o plantio foi conduzido ao longo do ciclo sem adição de agrotóxicos.



Figura 1. Vista da área experimental de cultivo de milho no Centro de Pesquisa em Florestas, em Santa Maria, RS.

Fonte: Rosana Matos de Moraes.

Foram estabelecidos três tratamentos: 1) Liberação de parasitoides fracionada em três vezes, em intervalos de três dias; 2) Liberação de parasitoide em apenas uma vez; 3) Sem liberação de parasitoides. Cada tratamento esteve representado por três parcelas distribuídas em blocos ao acaso.

As liberações nos tratamentos 1 e 2 foram realizadas no ponto central de cada parcela. Para isso, uma cartolina azul de aproximadamente 10 cm², contendo ovos de *A. kuehniella* parasitados, colados com goma arábica, em estágio próximo da emergência dos parasitoides, ficava pendurada em uma haste de madeira (Figura 2A). A colocação da cartela no campo foi realizada dia 24/03/15, quando aproximadamente 50% das plantas estavam pendoadas. Para o tratamento 1 o procedimento foi repetido três e seis dias após a primeira liberação. A quantidade total de insetos liberados em cada parcela dos tratamentos 1 e 2 foi na proporção equivalente a 200 mil por hectare.

Foram recolhidos em torno de 65 espigas, a cada quatro dias. As espigas foram levadas para o laboratório, onde se contabilizou o número de lagartas e de ovos presentes nos estilos-estigma, bem como os danos nas mesmas (Figura 2B e C). Os ovos foram retirados dos estilos-estigmas, acondicionados em tubos de vidro vedado com filme plástico, mantidos em condições controladas (25°C, 12 h de luz) e acompanhados diariamente para verificação de parasitismo. O período amostral iniciou logo após o pendoamento e estendeu-se até a fase de completa secagem dos estilos-estigma, totalizando 13 ocasiões amostrais.



Figura 2. Cartela contendo ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum*, pendurada em uma haste de madeira em parcela com liberação de parasitoide (A). Ovos de *Helicoverpa zea* (indicados por setas) em estilos-estigmas (B). Espiga de milho com lagarta (C).

Fonte: Rosana Matos de Moraes.

Duas linhas em cada parcela foram demarcadas e reservadas para avaliação do número e massa de espigas e massa de grãos, no final do ciclo do cultivo. Para isso, as espigas foram coletadas por parcelas, contabilizadas, pesadas em balança digital e debulhadas, para avaliação também da massa de grãos (Figura 3).

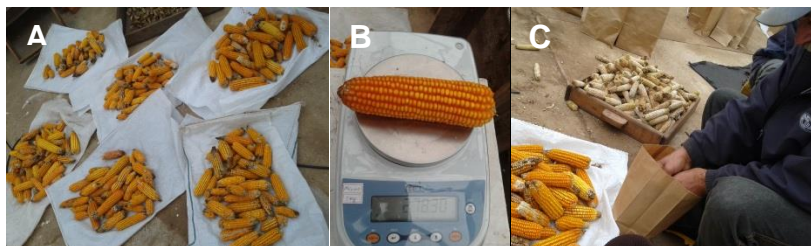


Figura 3. Espigas separadas por parcelas (A), pesadas (B) e debulhadas manualmente (C).

Fonte: Rosana Matos de Moraes.

O percentual médio de parasitismo, o número médio de ovos, de lagartas, de espigas danificadas, de espigas produzidas, e massa das espigas e dos grãos foram comparados entre os tratamentos pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 5%. Para todas as análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007).

Laboratório

Os bioensaios foram constituídos por avaliações de fêmeas de *T. pretiosum* mantidas em três tratamentos, caracterizados por diferentes temperaturas (18, 25 e 30°C), bem como pela análise do percentual de parasitismo das fêmeas ao longo da vida a 25°C. Para cada temperatura, 20 fêmeas com menos de 24 h de idade foram isoladas em tubos de ensaio de vidro (0,8 x 15 cm) e a cada dois dias recebiam cartelas de 1 cm² com ovos do hospedeiro alternativo inviabilizado. Após o período de exposição à fêmea, as cartelas foram isoladas em microtubos plásticos e mantidas nas respectivas temperaturas. Para cada tratamento foi contabilizado o número total de ovos parasitados, o percentual de viabilidade dos mesmos, a longevidade das fêmeas e a razão sexual da prole ($RS = \frac{n^{\circ} \text{ de fêmeas}}{n^{\circ} \text{ de fêmeas} + n^{\circ} \text{ de machos}}$). Os valores médios referentes aos parâmetros avaliados foram analisados pela ANOVA e comparados entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de significância, bem como pelo mesmo teste foi comparado o número médio de ovos parasitados ao longo dos dias de vida de fêmeas mantidas a 25°C. Para todas as análises foi utilizado o software estatístico BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados no campo e no laboratório serão apresentados separadamente.

Campo

Coletou-se um total de 1.063 ovos de *H. zea*, dos quais 739 estavam parasitados, representando um percentual de parasitismo total de 69,52%. O maior número de ovos coletados e parasitados esteve concentrado nas primeiras ocasiões amostrais (Figura 4).

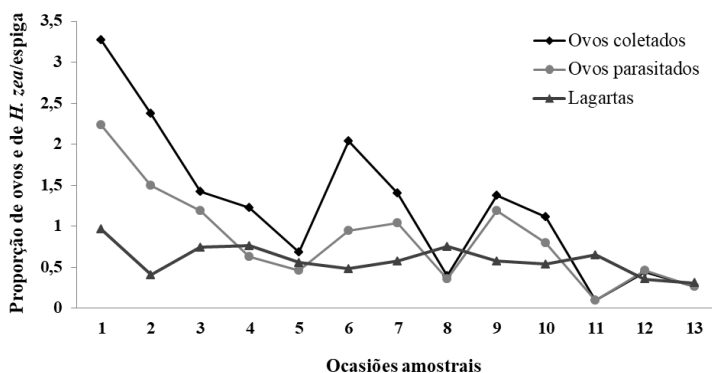


Figura 4. Proporção de ovos de *Helicoverpa zea* coletados, de ovos parasitados, e de lagartas por espiga nas ocasiões amostrais.

O maior número de ovos de *H. zea* coletado esteve concentrado no início do período amostral, quando aproximadamente 50% das plantas apresentavam estilos-estigmas. Nas duas primeiras ocasiões amostrais em torno de 70% das espigas coletadas apresentaram ovos de *H. zea*. No estudo de Foresti *et al.* (2013), na região Noroeste do RS,

quando metade do cultivo possuía estilos-estigmas, apenas 15% destes apresentavam infestação. Porém, mesmo com diferença no nível de infestação, houve uma semelhança entre este e o presente estudo com relação à redução gradativa do número de ovos ao longo das coletas, corroborando o mencionado pelos autores, de que à medida que os estilos-estigmas entram em senescência tornam-se pouco atrativos à oviposição.

Mesmo com picos na proporção de ovos por espiga ao longo do período amostral, o número de lagartas manteve-se constante. Tal fato pode estar relacionado à alta mortalidade que existe na primeira fase da vida em insetos de um modo geral (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2010). Especificamente para *H. zea* em cultivo de milho, Sá e Parra (1993) registraram um percentual de predação dos ovos de mais de 70%, sendo este atribuído a coccinéldeos, crisopídeos e forficulídeos.

O tratamento com liberação de *T. pretiosum* de forma escalonada (T 1) apresentou maior percentagem de parasitismo comparativamente ao controle sem liberação (T 3) ($H = 6,48$; $p = 0,039$) (Tabela 1). Esta estratégia pode ser eficiente por adicionar fêmeas jovens e reprodutivas em três períodos consecutivos no campo, visto que, conforme os dados do presente estudo, estas concentram maior eficiência no parasitismo durante os primeiros dias de vida. Além disso, as duas liberações subsequentes podem adicionar parasitoides no campo até que aqueles oriundos do parasitismo da primeira liberação completem o ciclo biológico, que em temperaturas amenas é em torno de 10 dias (PARRA, 1997).

Não houve diferença entre os tratamentos quanto ao número médio de ovos ($H = 5,74$; $p = 0,057$), lagartas ($H = 1,41$; $p = 0,49$), espigas com danos ($H = 0,42$; $p = 0,80$), espigas produzidas ($H = 4,50$; $p = 0,10$), massa das espigas produzidas ($H = 3,59$, $p = 0,30$) e massa de grãos ($H = 0,80$; $p = 0,67$) (Tabela 1).

Tabela 1. Médias (\pm erro padrão) de percentual de parasitismo, número de ovos e de lagartas de *Helicoverpa zea*, de espigas amostradas danificadas, de espigas produzidas, massa de espigas (g) e massa de grãos (g) nos diferentes tratamentos, em lavoura de milho experimental, Santa Maria, RS.

	T 1	T 2	T 3
Parasitismo (%)	82,8 \pm 2,5 a**	71,7 \pm 6,0 ab	51,9 \pm 2,2 b
Número de ovos	116,0 \pm 8,9 ^{ns}	136,3 \pm 8,9	102,0 \pm 3,0
Número de lagartas	50,7 \pm 5,5	55,7 \pm 11,6	58,3 \pm 2,0
Número de espigas danificadas	26,7 \pm 5,61	30,0 \pm 4,7	31,33 \pm 3,2
Número de espigas produzidas	50 \pm 6,7	48 \pm 8,2	32,3 \pm 6,5
Massa média de espigas (g)	101,7 \pm 24,1	96,3 \pm 5,4	94,9 \pm 7,9
Massa média de grãos (g)	74,7 \pm 17,79	71,2 \pm 3,61	65,8 \pm 10,3

T 1= liberação de parasitoides em três vezes, em intervalos de três dias; T 2= liberação de parasitoides em apenas uma vez; T 3= sem liberação de parasitoides. Valores seguidos de letras distintas na linha demonstram diferença estatística, conforme o teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância. ^{ns} Não houve diferença estatística entre os valores médios nas linhas sem letras.

O número semelhante de ovos de *H. zea* nos diferentes tratamentos foi esperado, levando-se em conta que o comportamento de oviposição de forma homogênea já foi relatado em outros estudos, em cultivos contendo inclusive plantas de variedades distintas, como crioulas, híbridas convencionais e transgênicas (LUONG *et al.*, 2016, VARGAS; MORAIS; REDAELLI, 2017).

Mesmo com maior percentual de parasitismo nas parcelas com liberação escalonada, não houve diferença de danos em espigas entre os tratamentos. O impacto da adição de parasitoides na redução de danos pode não ocorrer de forma direta, e depende de diversos fatores, sendo um deles a densidade de ovos do hospedeiro no local em relação à proporção de insetos liberados (PARON; CRUZ, 1998). Nos resultados obtidos por Sá e Parra (1993) houve redução de danos de *H. zea* de 26% após três liberações de 100 mil insetos por hectare em uma das áreas estudadas, enquanto em outra foram necessárias quatro liberações para atingir 16%. Os autores sugerem que, além do número de liberações, também sejam realizadas avaliações comparativas em áreas próximas, variando o número de insetos e o momento de liberação.

Os danos nas espigas em mesma proporção nos diferentes tratamentos podem ter impactado a massa de espigas e grãos. Além disso, o ataque da lagarta do cartucho às parcelas experimentais de forma homogênea, ocorrido no início do estágio vegetativo, pode também ter comprometido a produção de forma semelhante. Conforme Figueiredo, Martins-Dias e Cruz (2006) as severas injúrias provocadas pela lagarta do cartucho nas plantas ainda jovens podem resultar em perdas de mais de 50% em plantios de milho.

A linhagem de *T. pretiosum* oriunda da região Central do RS demonstra potencial para ser utilizada no controle de *H. zea* em milho, por apresentar elevada capacidade de parasitismo a campo, especialmente em liberações escalonadas. Porém, a determinação da quantidade de insetos liberada, monitoramento do nível de infestação da área e melhor momento de liberação devem ser investigados no intuito de viabilizar o uso da linhagem em programas de controle biológico da lagarta da espiga em lavouras do Sul do país.

Laboratório

O número médio de ovos parasitados por fêmeas de *T. pretiosum* mantidas a 25°C foi maior que nas submetidas às temperaturas de 18 e 30°C ($F = 4,96$; $p < 0,05$). A longevidade média foi semelhante nos insetos expostos a 18 e 25°C, e reduzida a 30°C ($F = 11,34$; $p < 0,01$). A razão sexual e a viabilidade dos ovos foram semelhantes nas três temperaturas (Tabela 2).

Tabela 2. Número médio (\pm erro padrão) de ovos parasitados e longevidade das fêmeas, percentual de viabilidade dos ovos e razão sexual da prole de *Trichogramma pretiosum* sob diferentes temperaturas (T).

T (°C)	Nº de ovos parasitados	Longevidade (dias)	Viabilidade dos ovos (%)	Razão sexual (%)	
				♀	♂
18	35,54 \pm 2,45 b	12,82 \pm 0,72 a	96,00 ^{ns}	53,01	47,88
25	50,10 \pm 5,43 a	12,96 \pm 1,16 a	97,75	46,47	53,52
30	32,05 \pm 4,82 b	6,8 \pm 0,71 b	97,00	47,81	51,92

* Valores seguidos de letras distintas nas colunas demonstram diferença estatística, conforme o teste de Tukey a 5% de significância. ^{ns} Não houve diferença estatística entre os valores médios nas colunas sem letras.

A linhagem foi menos eficiente nas temperaturas extremas avaliadas, comportando-se de forma distinta do registrado em outras pesquisas com linhagens da região Sudeste, nas quais o percentual de parasitismo se manteve estável em temperaturas até 28°C (OLIVEIRA *et al.*, 2017) e 30°C (PRATISSOLI *et al.*, 2004). No entanto corrobora o verificado por Pratisoli *et al.* (2007), de que linhagens provenientes de locais com altas temperaturas tiveram desenvolvimento alterado após serem mantidas a 20°C, assim como outras linhagens de regiões de baixa temperatura, quando submetidas à temperatura de 30°C foram afetadas negativamente. Os resultados sugerem que a utilização desta linhagem a campo deve priorizar a liberação em meses com temperaturas amenas, tendo em vista que no RS o plantio do milho ocorre desde o mês agosto, ainda com baixas temperaturas, até janeiro, com máximas que chegam a ultrapassar os 30°C.

A menor longevidade de fêmeas em temperaturas elevadas está de acordo com o verificado no estudo de Pratisoli *et al.* (2006), no qual as médias de longevidade de parasitoides de *T. pretiosum* em ovos de *T. absoluta* variaram de 1,1 a 11,3 dias em temperaturas de 30 e 15°C, respectivamente. Os autores atribuíram este fato à resposta fisiológica do inseto, que diminui sua atividade metabólica em função da redução da temperatura. A razão sexual manteve-se semelhante nas distintas temperaturas, corroborando com o que foi avaliado por Oliveira *et al.* (2017) em temperaturas que variaram de 18 a 33°C.

Quando acompanhada a taxa de parasitismo ao longo da vida de fêmeas de parasitoide mantidas a 25°C, verificou-se maior número de ovos parasitados quando estas possuíam até três dias de idade ($23,59 \pm 2,9$), valor que não diferiu do obtido até cinco dias ($17,28 \pm 2,35$), porém foram maiores que nos dias consecutivos ($F = 5,81$; $p < 0,05$). A maior capacidade reprodutiva ocorreu nos primeiros três dias, sugerindo que na prática, insetos liberados em campo teriam que ser repostos após este período. Esta característica também foi observada por Pratissoli *et al.* (2006) em outras cinco linhagens avaliadas a 25°C, as quais atingiram mais de 80% do parasitismo até o quarto dia de vida.

4 CONCLUSÕES

A liberação da linhagem de *T. pretiosum* de forma escalonada, em três vezes em intervalo de três dias, incrementou o parasitismo de ovos de *H. zea* em lavoura de milho.

A linhagem de *T. pretiosum* da região Central do Rio Grande do Sul possuiu maior potencial reprodutivo a 25°C.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos funcionários de apoio do Centro de Pesquisa em Florestas, ao Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) pelo suporte aos ensaios de pesquisa, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

AYRES, M. *et al.* **Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 2007. 364 p.

BUENO, R. C. O. F. *et al.* Biological characteristics and parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 54, n. 2, p. 322-327, 2010.

CRUZ, J. C. *et al.* **Produção de milho na agricultura familiar**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 42 p. (Circular Técnica, 159).

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta do cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1693-1698, 2006.

FIGUEIREDO, M. L. C. *et al.* Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 35, n. 3, p. 1175-1183, 2015.

FORESTI, J. *et al.* Biologia, seleção e avaliação de linhagens de *Trichogramma* spp. para o controle da lagarta-da-espiga em milho semente. **Entomobrasilis**, Vassouras, v. 5, n. 1, p. 43-48, 2012.

FORESTI, J. *et al.* 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.

HASSAN, S. A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para uso em programas controle biológico. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A (ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 324 p.

LUONG, T. T. A. *et al.* Oviposition site selection and survival of susceptible and resistant larvae of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on Bt and non-Bt cotton. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 106, n. 6, p. 710-717, 2016.

OLIVEIRA, C. M. *et al.* Biological parameters and thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* for the management of the tomato fruitborer (Lepidoptera: Crambidae) in tomatoes. **Crop Protection**, Guildford, v. 99, p. 39-44, 2017.

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. **Guia de identificação de Trichogramma para o Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.103 p.

PARON, M. J. F. O.; CRUZ, I. Resposta de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a diferentes densidades de ovos do hospedeiro natural, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v. 27, n. 3, p. 427-433, 1998.

PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para a produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 324 p.

PARRA J. R. P. Egg parasitoids commercialization in the new world. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. P. R.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, 2010. 482 p.

PRATISSOLI, D. *et al.* Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 193-196, 2004.

PRATISSOLI, D. *et al.* Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum*, criadas em ovos de tuta absoluta, em diferentes temperaturas. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 210-216, 2006.

PRATISSOLI, D. *et al.* Tabela de vida de fertilidade de cinco linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) criadas em ovos de *Tuta absoluta* (Merick) (Lep.: Gelechiidae), sob temperaturas constantes e alternadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 618-622, 2007.

RODRIGUES, L. R.; SILVA, P. R. F. **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul: safras 2011/2012 e 2012/2013**. Porto Alegre: Fepagro, 2011. 140 p.

SÁ, L. A. N.; PARRA, J. R. P. Efeito do número e intervalo entre liberações de *Trichogramma pretiosum* Riley no parasitismo e controle de *Helicoverpa zea* (Boddie), em milho. **Science Agriculture**, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 355-359, 1993.

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. 185-188, 1994.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA - SIDRA. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839>. Acesso em: 20 out. 2020.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 576 p.

VARGAS, C. C.; MORAIS, R. M.; REDAELLI, L. R. Infestação de milho crioulo, convencional e transgênico pela lagarta-do-cartucho e pela lagarta-da-espiga e parasitismo de ovos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 16, n. 3, p. 351-360, 2017.

WORDELL FILHO, J. A. *et al.* **Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo**. Florianópolis: Epagri, 2016. 82 p. (Boletim Técnico, 170).



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do RS
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Avenida Getúlio Vargas, 1384 - Menino Deus
CEP 90150-004 - Porto Alegre - RS
Fone: (51) 3288-8000

www.agricultura.rs.gov.br/ddpa