

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

GIOVANA MATOS FRANCO

**Efeito do silício na qualidade do hospedeiro *Schizaphis graminum* (Rondani)
(Hemiptera: Aphididae) para o parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson)
(Hymenoptera: Braconidae)**

UBERLÂNDIA -MG

NOVEMBRO

2017

GIOVANA MATOS FRANCO

**Efeito do silício na qualidade do hospedeiro *Schizaphis graminum* (Rondani)
(Hemiptera: Aphididae) para o parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson)
(Hymenoptera: Braconidae)**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal
de Uberlândia, como parte das
exigências do Curso de Graduação
em Agronomia para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS- BRASIL
NOVEMBRO-2017

GIOVANA MATOS FRANCO

**Efeito do silício na qualidade do hospedeiro *Schizaphis graminum* (Rondani)
(Hemiptera: Aphididae) para o parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson)
(Hymenoptera: Braconidae)**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal
de Uberlândia, como parte das
exigências do Curso de Graduação
em Agronomia para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia.

Aprovado pela Banca Examinadora em: 24 de novembro de 2017.

Msc. Eng. Agrônomo Diego Tolentino de Lima
Eng. Agrônomo Lorryne Jacinto Pacheco Vieira

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS- BRASIL

SUMÁRIO

RESUMO	4
1 – INTRODUÇÃO.....	5
2 – MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.1 Produção de sorgo.....	7
2.1.1 Produção de sorgo para criação de pulgões.....	7
2.1.2 Produção de sorgo para o experimento.....	7
2.2 Criação dos pulgões	8
2.3 Criação de parasitoides	9
2.4 Crescimento populacional de <i>Schizaphis graminum</i> em plantas de sorgo com e sem silício	9
2.5 Biologia de <i>Lysiphlebus testaceipes</i> em plantas de sorgo com e sem silício	9
2.6 Análise estatística	11
3 - RESULTADOS	11
4 - DISCUSSÃO.....	14
5 – CONCLUSÃO.....	16
REFERÊNCIAS.....	17

RESUMO

O silício é um elemento que ao ser adicionado ao solo, pode ser absorvido por plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*) (Moench) induzindo a resistência ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). Porém, este efeito pode fazer com que o pulgão tenha menor qualidade ao parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae). Desta forma, este trabalho objetivou verificar o efeito do silício no nível tritrófico da interação planta, pulgão e parasitoide. Para isto, plantas de sorgo foram adubadas com silício e utilizadas para a criação dos pulgões até a geração F2, a qual foi padronizada e utilizada no experimento. Quando as ninfas estavam em quarto ínstar, foi liberada em cada planta uma fêmea de *L. testaceipes* com menos de 24 horas de vida, recém acasalada e sem experiência de oviposição, e após duas horas foram retiradas. As múmias formadas foram retiradas, individualizadas em tubos de vidro de 8cm e levadas para uma câmara do tipo BOD a 23°C e 12 horas de fotofase. Quando os parasitoides emergiram foram separados por sexo, alimentados com solução mel:água (1:1) e então destinados aos respectivos testes. Para o número de óvulos por fêmea, tamanho da tíbia do parasitoide, longevidade e período de desenvolvimento, tamanho da tíbia da múmia e tamanho da tíbia das ninfas no momento do parasitismo, não houveram diferenças significativas entre os tratamentos. Conclui-se que a adubação com silício não interfere na qualidade do pulgão *S. graminum* para o parasitoide *L. testaceipes*.

Palavras-chave: Sorgo, efeito tritrófico, controle biológico.

1 – INTRODUÇÃO

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] está entre os cinco cereais de maior importância no mundo, é uma espécie bastante versátil que abrange diversos segmentos do mercado agrícola mundial. A cultura apresenta cinco aptidões principais, podendo ser utilizada para a produção de grãos (sorgo granífero), para a produção de massa para ensilagem (sorgo forrageiro), para a produção de biomassa lignocelulósica (sorgo lignocelulósico ou sorgo biomassa), para a produção de etanol (sorgo sacarino) e para a produção de vassouras (sorgo vassoura) (OLIVEIRA, 2012; MAY *et al.*, 2014).

A cultura do sorgo tem se estabelecido no Brasil, principalmente, como opção para a safrinha, porém, o ataque de pragas é um importante fator na redução da produtividade da cultura (MENDES *et al.*, 2014). O pulgão verde, *Schizaphis graminum* (Rondani), se destaca entre as pragas do sorgo, pois, além de sugar a seiva e injetar toxinas, pode causar danos maiores, como por exemplo, transmitir a virose do “mosaico anão do sorgo”, a doença viral mais importante da cultura (TOLER, 1985). O primeiro registro de *S. graminum* atacando o sorgo nos Estados Unidos foi em 1968, já no Brasil, foi verificado em alpiste em 1942 e em plantas de sorgo em 1977 (LIMA, 1942; GRAVENA, 1978). Desde então esta espécie é reconhecida como uma praga importante em quase todas regiões onde o sorgo é cultivado (BLACKMAN; EASTOP, 2000; MENDES *et al.*, 2014).

O dano dos insetos pode ser reduzido pela resistência das plantas, já é conhecido que as plantas possuem mecanismos, como substâncias químicas e características morfológicas, que reduzem o crescimento populacional dos insetos (FRANÇA; VILLAS BÔAS; CASTELO BRANCO, 1996). Porém, existe também a resistência induzida, como a promovida pelo silício, que ao ser absorvido pela planta através dos vasos de xilema é depositado nas células vegetais conferindo maior resistência à mesma (BLUM, 1968). Quando o silício foi aplicado em plantas de sorgo, tanto na forma de ácido silícico, quanto silicato de sódio, o número de indivíduos de *S. graminum* reduziram significativamente, levando então a concluir que este elemento confere resistência à planta (COSTA; MORAES, 2002; COSTA; MORAES; ANTUNES, 2007).

Segundo Carvalho *et al.* (1999) e Dias *et al.* (2014), o aumento do teor de silício nas plantas leva a um menor período reprodutivo e uma menor reprodução dos pulgões.

Goussain *et al.* (2005) apontou que indivíduos de *S. graminum* que se alimentaram de plantas fertilizadas com silício apresentaram uma menor taxa de ingestão de seiva, o que provavelmente é a razão da redução da taxa de fecundidade observada. Segundo Jandricic *et al.* (2014), fatores que reduzem a fecundidade dos pulgões fazem com que os mesmos tenham menor qualidade aos parasitoides. Curiosamente, de acordo com Moraes *et al.* (2004), o desenvolvimento do parasitoide *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) não foi afetado quando se desenvolveu em pulgões *S. graminum* que se alimentaram de plantas com silício (menor fecundidade) ou em pulgões criados em plantas que não continham silício (maior fecundidade).

Os parasitoides (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) são os principais inimigos naturais dos pulgões utilizados em programas de controle biológico (BUENO; SAMPAIO, 2009). A nutrição dos pulgões é um fator de extrema importância para a sua qualidade para os parasitoides. Pulgões com adequada nutrição apresentam maior qualidade e fornecem quantidades adequadas de nutrientes aos parasitoides. Assim, as larvas dos parasitoides se desenvolvem melhor e darão origem a adultos maiores, os quais terão maior fecundidade e serão mais eficientes na busca de novos pulgões para ovipositar, aumentando a eficiência do controle biológico (SAMPAIO; BUENO; CONTI, 2008).

Depois de encontrar os pulgões, o parasitoide deve escolher em qual indivíduo ele irá ovipositar, a fêmea avalia a qualidade e adequação do afídeo para o desenvolvimento da forma jovem por meio da antena e de órgãos sensitivos presentes no ovipositor (MACKAUER; MICHAUD; VÖLKL, 1996). Quando o hospedeiro promove melhor condição para a fase imatura do parasitoide, este apresentará maior competitividade na fase adulta, que é determinada pelo *fitness* (FARAHANI *et al.*, 2016).

Foi comprovado que, espécies de parasitoides possuem preferência sobre algumas espécies de pulgões (Powell & Wright 1988), Rodrigues e Bueno (2001) verificaram que o parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) tem um bom desenvolvimento em *Aphis gossypii* (Glover) e em *S. graminum*, porém o segundo tem maior qualidade e é mais adequado para possíveis criações do parasitoide em laboratório.

A resistência induzida por silício, portanto, pode favorecer as plantas de sorgo reduzindo a fecundidade dos pulgões (CARVALHO *et al.*, 1999; DIAS *et al.*, 2014). Existem evidências de fatores que reduzem a fecundidade dos pulgões reduz sua

qualidade para o desenvolvimento dos parasitoides (JANDRICIC *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2017). No entanto, o único estudo sobre o efeito do silício no desenvolvimento dos parasitoides não encontrou efeito deste elemento nos inimigos naturais dos pulgões (MORAES *et al.*, 2004). Desta forma, estudos complementares são necessários para avaliar se a presença de silício no solo irá alterar o desenvolvimento dos parasitoides de pulgões.

Objetiva-se com este trabalho avaliar se o desenvolvimento e o tamanho de *L. testaceipes* são alterados quando o parasitoide se desenvolve sobre *S. graminum* mantido em plantas de sorgo com adubação silicatada.

- Hipótese nula (H_0): a adubação silicatada não influencia na qualidade de *S. graminum* para o desenvolvimento e tamanho do parasitoide *L. testaceipes*.
- Hipótese alternativa (H_1): a adubação silicatada influencia na qualidade de *S. graminum* para o desenvolvimento e/ou no tamanho do parasitoide *L. testaceipes*.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Produção de sorgo

2.1.1 Produção de sorgo para criação de pulgões

O híbrido de sorgo BRS330 foi semeado em vasos plásticos (15 cm de altura e 13 cm de diâmetro) contendo substrato orgânico Bioplant® e colocado para germinar e se desenvolver em casa de vegetação. Após 15 dias da semeadura, foi realizado o desbaste deixando apenas quatro plantas por vaso. Quando as plantas estavam com cerca de dois meses de desenvolvimento foram utilizadas na criação de pulgões e parasitoides.

2.1.2 Produção de sorgo para o experimento

Para realizar os experimentos de crescimento populacional do pulgão e do parasitoide em plantas de sorgo com e sem adubação silicatada foi coletado solo do tipo Neossolo Quartzarênico Órtico Típico ($1,2 \text{ mg dm}^{-3}$ de silício, o que é caracterizado como baixa quantidade) na fazenda experimental Glória, pertencente à Universidade

Federal de Uberlândia. O solo coletado foi peneirado e colocado em saco, para que então os diferentes tratamentos fossem organizados.

Para o tratamento sem silício, foi adicionado calcário da dose de 600kg/ha em cada vaso de 0,5 L, de forma que ao final houvessem 30 vasos. Já para o tratamento com silício foi adicionado Agrossilício – corretivo de solo contendo silício – a uma dose de 600kg/ha, esta dose foi escolhida de forma que houvesse quantidade necessária de silício para que as plantas absorvessem, de forma que no final houvessem 30 vasos, totalizando 60 vasos para o experimento. Em cada vaso foi adicionado 0,11 L de água e então fechados com saco plástico e deixados para incubar.

Após 30 dias, foi realizada a semeadura e adubação. Foram adicionadas quatro sementes de sorgo do cultivar BRS 330 por vaso e a adubação de semeadura foi realizada conforme recomendação para a cultura (SANTOS et al, 2014). Quando as plantas de sorgo estavam com sete dias foram colocadas gaiolas de garrafa PET, cobertas com organza e lacradas com elástico para evitar contaminações. Após 14 dias da semeadura foi realizado desbaste deixando apenas uma planta por copo e em seguida realizada a adubação de cobertura de acordo com Santos *et al.* (2014). Quando as plantas estavam com 21 dias foram utilizadas nos experimentos.

2.2 Criação dos pulgões

Os pulgões utilizados para iniciar a criação foram obtidos na fazenda experimental Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. Os indivíduos foram colocados em placas de Petri contendo duas sessões foliares de sorgo do cultivar BRS330 sobre uma camada de solução ágar-água a 1%, e então colocadas em câmaras do tipo BOD a 23°C e fotoperíodo de 12h, afim de aumentar o número de afídeos.

Para manutenção da criação, os pulgões que estavam nas placas de Petri foram colocados em plantas de sorgo de aproximadamente dois meses de desenvolvimento para que continuassem aumentando o número de indivíduos e, a cada semana a planta da criação foi trocada, pois com a alimentação dos pulgões e injeção de toxinas pelos mesmos a planta ficava debilitada e passava a não ser uma boa fonte de alimento.

2.3 – Criação de parasitoides

Múmias coletadas na fazenda experimental Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, foram mantidas em Eppendorf Tubes® até que o adulto emergisse e então foi classificado como *L. testaceipes*.

Após a emergência, os parasitoides foram alimentados com mistura de mel e água (1:1), sexados e então acasalados. As fêmeas foram individualizadas uma placa de Petri contendo colônia mista de 20 indivíduos de *Schizaphis graminum* em uma sessão foliar de sorgo sobre solução ágar-água a 1% durante duas horas, após este tempo, o parasitoide foi retirado.

Após cerca de oito dias os pulgões parasitados viravam múmias, que eram individualizadas em tubos de plástico e então, após cerca de três dias, os adultos emergiam.

2.4 Crescimento populacional de *Schizaphis graminum* em plantas de sorgo com e sem silício

Quando as plantas de sorgo estavam com 21 dias, foram colocados dez adultos de *S. graminum* por planta e retirados após 24 horas, deixando de 10 a 15 ninfas por planta. Após oito dias os pulgões chegaram à fase adulta e então, quando as ninfas colocadas por estes adultos estavam em segundo ínstar, foi verificado o número de indivíduos por planta e mantidas 22 ninfas de *S. graminum* por planta. A contagem do número de ninfas por planta foi realizada visando avaliar o crescimento populacional de *S. graminum* em plantas com e sem silício para então realizar a biologia do parasitoide nos diferentes tratamentos.

Para avaliar a biologia de *Lysiphlebus testaceipes*, as ninfas de *S. graminum* foram trocadas de plantas para evitar o exaurimento destas e levar a erros experimentais. O momento da troca foi durante a padronização, onde as ninfas foram contadas e devidamente alocadas nas plantas dos respectivos tratamentos (com e sem silício), 15 ninfas de cada tratamento e os adultos foram armazenadas, em tubos separados, contendo álcool 46% para a aferição do tamanho da tíbia posterior.

2.5 Biologia de *Lysiphlebus testaceipes* em plantas de sorgo com e sem silício

Quando as ninfas de *S. graminum* estavam no terceiro/quarto ínstar, que segundo estudos realizados pelos integrantes do LACOB (Laboratório de Controle Biológico da Universidade Federal de Uberlândia), são os melhores ínstares para o desenvolvimento

do parasitoide *L. testaceipes* em *S. graminum*, uma fêmea de *L. testaceipes* com menos de 24 horas de vida, recém acasalada e sem experiência de parasitismo foi liberada por planta e retirada após duas horas.

Cerca de oito dias após o parasitismo as múmias começaram a se formar e, na medida em que o tegumento ficava rígido o suficiente para serem coletadas sem danos, estas foram individualizadas em tubos de vidro de oito centímetros e fechados com organza e elásticos pequenos proporcionais ao tamanho da abertura do tubo.

Para verificar a hora que os parasitoides emergiam, foram realizadas observações às 7:00; 8:00; 11:00; 14:00; 17:00. Na medida em que os parasitoides emergiam, eram alimentados com mistura mel:água na proporção 1:1, verificado o sexo e então destinados para os testes.

Foram avaliados o período de desenvolvimento, razão sexual, longevidade, fecundidade potencial e tamanho de tibia do parasitoide e de sua respectiva múmia, de forma que:

- Período de desenvolvimento: foi verificado o intervalo de tempo (em horas) entre o parasitismo e a emergência de *L. testaceipes*, este parâmetro foi avaliado para todos os indivíduos (machos e fêmeas);
- Razão sexual: foram utilizados todos os indivíduos, sendo calculada pelo número de machos de *L. testaceipes* por fêmea;
- Longevidade: Período decorrido (em dias) entre a emergência e a morte de *L. testaceipes*, foram utilizados 18 machos no tratamento sem silício, 19 machos no tratamento com silício, nove fêmeas no tratamento sem silício e sete fêmeas no tratamento com silício;
- Fecundidade potencial: Foras dissecadas fêmeas de *L. testaceipes* e contados o número de óvulos maduros nos ovários de cada fêmea, totalizando 30 fêmeas de *L. testaceipes* de cada tratamento;
- Tamanho da tibia de parasitoides e múmias: Foram retiradas, fotografadas e medidas tibias de parasitoides e múmias, para isto foi utilizado a câmera ScopeTek® e os aplicativos MiniSee® e ScopePhoto®. Foram utilizados 30 fêmeas e suas respectivas múmias de cada tratamento, 18 machos e suas respectivas múmias no tratamento com silício e 19 machos e suas respectivas múmias no tratamento sem silício.

2.6 Análise estatística

Após a obtenção dos resultados, os dados foram avaliados quanto a normalidade e homogeneidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov por meio do aplicativo SPSS Statistics®. Foi realizada ANAVA e para a comparação de médias foi utilizado o testes de Tukey a 0,05 de significância por meio do aplicativo SISVAR®. Para determinar a diferença entre a razão sexual teórica (1:1) e a observada, os dados foram avaliados pelo teste de Chi-quadrado (χ^2) com a significância de 0,05.

3 - RESULTADOS

Para o crescimento populacional do pulgão *S. graminum* (Tabela 1) e para o tamanho dos pulgões adultos e das ninfas no momento em que receberam a oviposição de *L. testaceipes* (Tabela 2), não foi verificado diferença significativa entre os tratamentos com e sem silício.

Tabela 1. Número de ninfas por adulto de *S. graminum* em plantas de sorgo com e sem adubação silicatada.

Tratamentos	Ninfas/Adulto*
Com Si	3,00 ± 0,225
Sem Si	2,73 ± 0,176
CV (%)	27,33

*Diferença não significativapelo teste F a 0,05 de significância.

Tabela 2. Tamanho de tibia (em milímetros) de adultos de *S. graminum* e suas ninfas de quarto ínstar em plantas de sorgo com e sem adubação silicatada.

Tratamentos	Tibia adultos	Tibia ninfas
Com Si	0,650± 0,0087 a	0,344± 0,0092 a
Sem Si	0,651 ±0,0062 a	0,346± 0,0105 a
CV (%)	6,52	16,91

Letras minúsculas semelhantes nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

De maneira análoga, para o período de desenvolvimento em dias (Tabela 3), fecundidade potencial (Tabela 4), tamanho de tíbias das mummies e parasitoides (Tabelas 5) e longevidade (Tabela 6) também não houve diferença significativa quando *L. testaceipes* se desenvolveu em pulgões em plantas com e sem silício.

Tabela 3. Período de desenvolvimento do parasitoide *L. testaceipes* no pulgão *S. graminum* em plantas de sorgo com e sem adubação silicatada.

Tratamentos	Período de desenvolvimento (dias)	
	Fêmeas	Machos
Com Si	13,13± 0,237 a	12,49 ± 0,211 a
Sem Si	13,01 ± 0,184 a	12,63± 0,253 a
CV (%)	3,92	7,94

Letras minúsculas semelhantes nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Tabela 4. Fecundidade potencial do parasitoide *L. testaceipes* no pulgão *S. graminum* em plantas de sorgo com e sem adubação silicatada.

Tratamentos	Número de óvulos
Com Si	166,9 ±12,47 a
Sem Si	188,2 ±12,61 a
CV (%)	27,36

Letras minúsculas semelhantes nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Tabela 5. Tamanho de tíbias (em milímetros) do parasitoide *L. testaceipes* e suas respectivas múmias, no pulgão *S. graminum* em plantas de sorgo com e sem adubação silicatada.

Tratamentos	Tamanho da tibia (mm)			
	Fêmeas	Múmias de fêmeas	Machos	Múmia de machos
Com Si	0,419 ± 0,0176 a	0,539 ± 0,0269 a	0,395 ± 0,0105 a	0,556 ± 0,0161 a
Sem Si	0,394 ± 0,0086 a	0,495 ± 0,0195 a	0,410 ± 0,0134 a	0,569 ± 0,0207 a
CV (%)	10,53	13,44	6,32	7,32

Letras minúsculas semelhantes nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Tabela 6. Longevidade (em dias) do parasitoide *L. testaceipes* no pulgão *S. graminum* em plantas de sorgo com e sem adubação silicatada.

Tratamentos	Longevidade	
	Fêmea	Macho
Com Si	1,574± 0,1355 a	1,770± 0,0810 a
Sem Si	1,661± 0, 1410 a	1,528± 0,1004 a
CV (%)	24,35	12.43

Letras minúsculas semelhantes nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Para razão sexual, o valor de Chi-quadrado no tratamento com silício foi de 0,2 ($X^2_{GL1} = 0,2$), enquanto para o tratamento sem silício foi de 2,77 ($X^2_{GL1} = 2,77$), sendo ambos inferiores ao valor tabelado para o grau de liberdade 1 ($GL1 \rightarrow X^2_{5\%} = 3,84$), desta forma, não houve diferença significativa entre a razão sexual esperada (1:1) e a observada, logo em ambos os tratamentos a razão sexual foi semelhante à esperada e assim semelhantes entre si (Tabela 7).

Tabela 7. Número de parasitoides machos, fêmeas, total de parasitoides e razão sexual de *L. testaceipes* no pulgão *S. graminum* em plantas de sorgo com e sem adubação silicatada.

Tratamentos	Machos	Fêmeas	Total	Razão sexual
Com Si	20,0	32,0	52,0	0,63 _{NS}
Sem Si	21,0	24,0	45,0	0,88 _{NS}

Médias seguidas por _{NS} não diferem entre si pelo teste de Chi-quadrado a 0,05 de significância ($GL1 \rightarrow X^2_{5\%} = 3,84$).

4 - DISCUSSÃO

Estudos realizados por Jandricic *et al.* (2014) mostram que fatores que promovem a redução da fecundidade do pulgão levam a um pior desenvolvimento do parasitoide. De acordo com Carvalho *et al.* (1999) e Dias *et al.* (2014), o aumento do teor de silício nas plantas promove um menor período reprodutivo e uma menor reprodução dos pulgões. Os estudos de Moraes *et al.* (2004) mostraram que mesmo que a adição de silício promova uma redução na fecundidade do pulgão *S. graminum*, não há alteração no desenvolvimento do parasitoide *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae).

O presente estudo não encontrou diferença na fecundidade do pulgão *S. graminum* que se desenvolveram em plantas com e sem a adição silício o que também não promoveu diferença do desenvolvimento e competitividade do parasitoide *L. testaceipes*.

Os pulgões durante a alimentação injetam diversas toxinas que alteram a fisiologia da planta, estas alterações podem modificar a interação entre a planta e as diversas espécies de pulgões que se alimentam desta (MICHAUD; ZHANG; BAIN, 2017). Dados não publicados do LACOB (Laboratório de Controle Biológico da Universidade Federal de Uberlândia) mostram que quando colocado apenas um adulto de *S. graminum* por planta e suas ninfas retiradas diariamente, o silício reduz a fecundidade da fêmea. No entanto, quando são colocados mais adultos de *S. graminum* por planta e as ninfas não são retiradas diariamente, o silício não interfere na fecundidade do pulgão. Desta forma, acredita-se que com maior injeção de toxinas promovida pelo aumento populacional leve à quebra da resistência induzida causada pelo silício.

Fatores como planta hospedeira, fatores climáticos (temperatura), qualidade e disponibilidade de alimento podem interferir em aspectos biológicos do parasitoide (STARÝ, 1988b). Com a adição de silício, características morfológicas (MORAES *et al.*, 2004; KVEDARAS; KEEPINGS, 2007) e bioquímicas (FELTON; DUFFEY, 1990; FELTON *et al.*, 1994; MOHAMMADI; KAZEMI, 2002; GOMES *et al.*, 2005; DIAS *et al.*, 2014) da planta são alteradas. Com isso, alterações na biologia do pulgão e consequentemente de seu parasitoide são esperadas em plantas com adubação silicata.

Os pulgões, por serem insetos sugadores de seiva, sofrem interferência direta da qualidade da planta (BUENO; SAMPAIO, 2009). Estudos realizados por Goussain *et al.* (2005) em trigo, mostraram que a adição de silício reduz a quantidade de seiva ingerida pelo pulgão *S. graminum* e também a quantidade de *honeydew* liberada, o que consequentemente modifica o interior do pulgão, que é o meio de desenvolvimento da fase imatura do parasitoide. Esta alteração pode ocorrer de tal forma que não supra as exigências mínimas para o desenvolvimento do parasitoide descritas por Mackauer *et al.* (1996). Porém, no presente estudo, não foram observadas evidências de que este fenômeno ocorreu, já que o parasitoide *L. testaceipes* conseguiu se desenvolver em *S. graminum* que se alimentaram de plantas submetidas à adubação silicatada e ainda apresentaram *fitness* semelhante aos indivíduos que se desenvolveram em pulgões que se alimentaram de plantas não submetidas à adubação silicatada.

A razão sexual é um parâmetro frequentemente estudado pois, quando a fêmea do parasitoide realiza a oviposição, esta tende a colocar ovos não fecundados em indivíduos de qualidade inferior e ovos fecundados em indivíduos de qualidade superior (GODFRAY, 1994). Isto porque, segundo Charnov *et al.* (1981), machos, por normalmente serem menores que as fêmeas, não apresentam uma redução significativa na *fitness* quando desenvolvidos em hospedeiros de menor qualidade.

Estudos realizados por Jarošík *et al.* (2003) concluíram que quando *Aphidius colemani* (Viereck) parasitando *Myzus persicae* (Sulzer) em diferentes instares, apresentou diferença na razão sexual, isto porque o hospedeiro promovia diferentes quantidades de alimento para o desenvolvimento do parasitoide. No presente estudo não houve diferença significativa entre a razão sexual esperada e a razão sexual obtida nos tratamentos com e sem silício, o que implica na semelhança dos dados entre os diferentes tratamentos, logo independentemente da presença de silício, o pulgão forneceu a mesma quantidade de alimento ao parasitoide.

Segundo He e Wang (2006), o tamanho de machos e fêmeas de parasitoide interfere diretamente na capacidade de gerar uma progênie com maior número de fêmeas e assim realizar um controle de pragas mais efetivo. No presente estudo, não houve diferença no tamanho dos parasitoides entre os tratamentos, o que leva a concluir que a adição de silício não prejudica na capacidade reprodutiva destes indivíduos. Esta afirmação foi confirmada pelos dados de fecundidade potencial, onde o número de óvulos maduros nos ovários das fêmeas não alterou quando estas se desenvolveram em pulgões que se alimentaram de plantas com e sem silício.

Desta forma, o presente trabalho corrobora com os resultados de Moraes *et al.* (2004), no qual a adubação silicatada do sorgo não afetou o desenvolvimento do parasitoide de *S. graminum*.

5 – CONCLUSÃO

A adição de silício não interferiu na fecundidade e tamanho do pulgão *Schizaphis graminum* e nem no *fitness* do parasitoide *Lysiphlebus testaceipes*.

REFERÊNCIAS

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the World's Crops: an identification guide**. Chichester: J. Wiley, 2000.

BLUM, A. Anatomical phenomena in seedlings of sorghum varieties resistant to the sorghum shoot fly *Atherigona soccata*. **Crop Science**, v. 8, p. 388-391, 1968.

BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Desenvolvimento e multiplicação de parasitoides de pulgões. Controle biológico de pragas: produção em massa e controle de qualidade. **Editora UFLA**, Lavras, v. 429, p. 117-167, 2009.

CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, G. A. Silica effect on the resistance of *Sorghum bicolor* (L.) Moench to the greenbug *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** v. 28, p. 505–510, 1999.

CHARNOV, E.L.; LOS-DEN HARTOGH, R.L.; JONES, W.T.; VAN DEN ASSEM, J. Sex ratio evolution in a variable environment. **Nature**, n.289, p. 27-33, 1981.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C. Resistência induzida em sorgo por silicato de sódio e infestação inicial pelo pulgão-verde *Schizaphis graminum*. **Revista Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 27, n. 1/2, p. 37- 39, 2002.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) por silício e acibenzolar-s-methyl. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 393-397, mar, 2007.

DIAS, P.A.S.; SAMPAIO, M. V.; RODRIGUES, M. P.; KORNDÖRFER, A. P.; OLIVEIRA, R. S.; FERREIRA, S. E.; KORNDÖRFER, G. H. Induction of resistance by silicon in wheat plants to alate and apterous morphs of *Sitobion avenae* (Hemiptera: aphididae). **Environmental Entomology**, [s.i.], v. 43, n. 4, p.949-956. Oxford University Press (OUP). 1 ago. 2014.

FARAHANI, H. K.; ASHOURI, A.; ZIBAEI, A.; ABROON, P.; ALFORD, L. The effect of host nutritional quality on multiple components of *Trichogramma brassicae* fitness. **Bulletin Of Entomological Research**, [s.l.], v. 106, n. 05, p.633-641, 24 maio 2016.

FELTON, G. W.; DUFFEY, S.S. Inactivation of baculovirus by quinones formed in

insect-damaged plant tissues. **Journal of Chemical Ecology**, v. 16, p. 1221-1236, 1990.

FELTON, G. W.; SUMMERS, C. B.; MUELLER, A. J. Oxidative responses in soybean foliage to herbivory by bean leaf beetle and three-cornered alfalfa hopper. **Journal of Chemical Ecology**, v. 20, p. 639-650, 1994.

FRANÇA, F.; VILLAS BÔAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M. Ocorrência de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) no Distrito Federal. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, p. 369-372, 1996.

GODFRAY H.C.J. Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology. **Princeton University Press**, Princeton, NJ, 473 pp, 1994.

GOUSSAIN, M. M.; PRADO, E.; MORAES, J.C. Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behavior of the greenbug *Shizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera:Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 34, n.807-813, 2005.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D.; GOUSSAIN, M. M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 547-551, 2005.

GRAVENA, S. Seletividade de inseticidas para um programa de controle integrado do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani) em sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench). Piracicaba, ESALQ, 1078. 182p. **Tese Doutorado**.

HE, X. Z.; WANG, Q. Asymmetric size effect of sexes on reproductive fitness in an aphid parasitoid *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). **Biological Control**, Orlando, v. 36, n. 3, p.293-298, mar. Elsevier BV. 2006.

JANDRICIC, S. E.; DALE, A. G.; BADER, A.; FRANK, S. D. The effect of banker plant species on the fitness of *Aphidius colemani* Viereck and its aphid host (*Rhopalosiphum padi* L.). **Biological Control**, Orlando, v. 76, p. 28-35, 2014.

JAROŠÍK, V.; HOLF, I.; LAPCHIN, L.; HAVELKA, J. Sex ratio in the aphid parasitoid *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae) in relation to host size. **Bulletin Of Entomological Research**, [s.l.], v. 93, n. 03, p.255-258, jun. 2003.

KVEDARAS, O. L.; KEEPING, M. G. Silicon impedes stalk penetration by the borer *Eldana saccharina* in sugarcane. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 125, p. 103-110, 2007

LIMA, A. C. Homópteros. In: **INSETOS do Brasil**. Rio de Janeiro, Escola Nacional de Agronomia, v.3, 327p. (Série Didática, 4), 1942.

MACKAUER, M.; MICHAUD, J. P.; VÖLKL, W. Host choice by aphidiid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. **The Canadian Entomologist**, v.128, p. 959-980, 1996.

MAY, A.; PARRELLA, R. A. C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMOENE, M. L. F. Sorgo como Materia-Prima para Produção de Bioenergia: Etanol e Cogeração. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.278, p.14-20, 2014.

MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SAMPAIO, M. V.; VIANA, P. A. Manejo de pragas na cultura do sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.278, p.89-99, 2014.

MOHAMMADI, M.; KAZEMI, H. Changes in peroxidase and polyphenol oxidase activities in susceptible and resistant wheat heads inoculated with *Fusarium graminearum* and induced resistance. **Plant Science**, v. 162, p. 491-498, 2002.

MORAES, J. C.; GOUSSAIN M. M.; BASAGLI, M. A. B.; CARVALHO, G. A.; ECOLE, C. C.; SAMPAIO, M. V. Silicon influence on the tritrophic interaction: wheat plants, the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). **Neotropical Entomology**, [s.i.], v. 5, n. 33, p.619-624, out. 2004.

OLIVEIRA, M. Opção produtiva. **Revista Pesquisa Fapesp**. Versão eletrônica. Ed. 193, Mar/2012. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/03/23/op%C3%A7%C3%A3o-produtiva/>> acesso em 07 de maio de 2014.

PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R. Identificação dos principais parasitoides (Hymenoptera: Aphelinidae e Braconidae, Aphidiinae) envolvidos no controle biológico de

pulgões (Hemiptera: Aphididae) em trigo no sul do Brasil. Passo fundo, **Comunicado Técnico EMBRAPA**, 2005. 8p. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84170/1/CNPT-COM.-TEC.-22-05.pdf>>

Acesso em 30 de março de 2017.

POWELL, W., WRIGHT, A.F. The abilities of the aphid parasitoids *Aphidius ervi* Haliday and *A. rhopalosiphi* de Stefani Perez (Hymenoptera: Braconidae) to transfer between different known host species and implications for the use of alternative host in pest strategies. **Bulletin of Entomological Research**, v.78, p. 683-693, 1988.

RODRIGUES, S. M.M.; BUENO, V. H.P..Parasitism rates of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym.: Aphidiidae) on *Schizaphis graminum* (Rond.) and *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae). **Neotropical Entomology**, [s.i.], v. 30, n. 4, p.625-629, 2001.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; CONTI, B. F. de. The effect of the quality and size of host aphid species on the biological characteristics of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). **European Journal of Entomology**, Praga, p. 489-494, 2008.

SANTOS, F. C; COELHO, A. M.; RESENDE, A. V.; MIRANDA, R. A. Correção do solo e adubação na cultura do sorgo. **Informe agropecuário: Sorgo: Inovações tecnológicas**. Belo Horizonte, v. 35, n.278, p. 34 – 42. 2014.

SOUZA, M. F.; VELOSO, L.F.A.; SAMPAIO, M. V.; DAVIS J. A. Influence of Host Quality and Temperature on the Biology of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). **Environmental Entomology**, [s.l.], v. 46, n. 4, p.995-1004, 13 jul. 2017.

STARÝ, P. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Eds). **Aphids: their biology, natural enemies and control**, 2B. Amsterdam: Elsevier. p. 171-184, 364 p. 1988b.

TOLER, R.W. Maize Dwarf Mosaic, the most important virus disease of *Sorghum*. **Plant Disease**, [s.i.], v. 69, n. 11, p.1011-1015, 1985.