



**FRANCISCO JOSÉ TOLOZA PAROLIN**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) EM MILHO SOB EFEITO DE SILÍCIO, ÁCIDO GIBERÉLICO GA<sub>3</sub> E HERBIVORIA PRÉVIA**

**LAVRAS – MG**

**2012**

**FRANCISCO JOSÉ TOLOZA PAROLIN**

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797)  
(Lepidoptera: Noctuidae) EM MILHO SOB EFEITO DE SILÍCIO, ÁCIDO  
GIBERÉLICO GA<sub>3</sub> E HERBIVORIA PRÉVIA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Jair Campos Moraes

**LAVRAS – MG**

**2012**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Parolin, Francisco José Toloza.

Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho sob efeito de silício, ácido giberélico GA<sub>3</sub> e herbivoria prévia / Francisco José Toloza Parolin. – Lavras : UFLA, 2012.

44 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Jair Campos de Moraes.

Bibliografia.

1. Lagarta do cartucho. 2. Peso seco foliar. 3. Altura de plantas.  
4. Razão sexual. 5. Silício foliar. I. Universidade Federal de Lavras.  
II. Título.

CDD – 595.781

**FRANCISCO JOSÉ TOLOZA PAROLIN**

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797)  
(Lepidoptera: Noctuidae) EM MILHO SOB EFEITO DE SILÍCIO, ÁCIDO  
GIBERÉLICO GA<sub>3</sub> E HERBIVORIA PRÉVIA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia/ Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 06 de fevereiro de 2012.

Dr. Jair Campos Moraes           UFLA  
Dr. Rogério Antônio Silva       EPAMIG  
Dr. Luís Cláudio Paterno da Silveira   UFLA

Prof. Dr. Jair Campos Moraes  
UFLA  
(Orientador)

**LAVRAS – MG**

**2012**

Aos avós Umberto e Rosa Parolin e Maria Aparecida e José Cândido Toloza

**Ofereço**

Aos Meus pais Antonio Parolin e Maria Constança P.T. Parolin pelo incentivo  
paciência apoio.

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao professor Jair Campos Moraes pela orientação, paciência e amizade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos e apoio financeiro ao projeto.

Aos funcionários do Departamento, Júlio Augusto de Oliveira e Irene de Oliveira, pelo acolhimento e disponibilidade auxílio em toda a realização das operações de campo.

Aos colegas de curso Vinicius, Carlos e Thiago pelo auxílio no fornecimento de softwares, correções e sugestões.

Aos demais professores do departamento meu muito obrigado.

## RESUMO

PAROLIN, Francisco José Toloza. **Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho sob efeito de silício, ácido giberélico GA<sub>3</sub> e herbivoria prévia.** 2011. 44p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, MG. A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é a praga chave da cultura do milho no Brasil. Portanto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar alguns aspectos biológicos da lagarta do cartucho, quando alimentadas com plantas de milho que sofreram herbivoria prévia, aplicações de ácido giberélico e ácido silícico, associados ou isoladamente. Adotou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com cinco repetições, sendo testados os tratamentos com as respectivas siglas: T1- Testemunha, T2- aplicação de silício (Si), T3- herbivoria prévia (H), T4- aplicação de ácido giberélico (G), T5- H+Si, T6- H+G, T7- G+Si e T8- H+G+Si. A parcela experimental para avaliação dos aspectos biológicos de *S. frugiperda* até a fase de pupa foram 10 lagartas de 2<sup>o</sup> instar, totalizando 50 lagartas por tratamento, e a parcela experimental para a avaliação de parâmetros reprodutivos foi um casal de adultos normais totalizando cinco casais por tratamento. Foram encontradas correlações  $p \leq 0,05$  para (altura de plantas) e (duração larval), (0,26); (teor de silício foliar) e (razão sexual), (0,30) e (peso seco foliar) e (razão sexual), (-0,31); correlações  $p \leq 0,01$  para (peso seco foliar) e (total de ovos), (0,42) e (altura de plantas) e (total de ovos), (0,42) correlações  $p \leq 0,001$  para (teor de Si foliar) e (% de adultos defeituosos e total de ovos) (0,65; -0,61). Conclui-se que o ácido giberélico promove um aumento da altura de plantas e do peso seco foliar e esses aumentos podem promover, no início da alimentação, uma seleção de machos. Contudo, a aplicação de ácido giberélico não contribui para a absorção de silício, a qual está mais vinculada à herbivoria.

Palavras Chave: Lagarta-do-catucho, peso seco foliar, altura de plantas, razão sexual, silício foliar

## ABSTRACT

The Fall armyworm (FAW) *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera Noctuidae) is the key pest on corn culture in Brazil. The aim of this work was to evaluate some FAW biological traits when these were fed with previous herbivore-treated plants, and with applications of gibberellic acid and silicon acid isolated or associated. An one way ANOVA was performed with eight treatments and five repetitions. The treatments were: T1- Control, T2- silicon (Si), T3- previous FAW herbivory (H), T4- gibberellic acid (G), T5- H+Si, T6- H+G, T7- G+Si e T8- H+ G+Si. The FAW biological traits were divided in two aspects the developmental and the reproductive aspects, so these aspects had two experimental units, the developmental had ten second instar FAWs totalizing fifty FAWs per treatment and the reproductive experimental unit had one couple totalizing five couples per treatment. Some correlations were found at  $p \leq 0.05$  among (plant height) and (larvae duration), (0.26); (silicon leaf percentage) and (sex ratio), (0.30); (dry leaf weight) and (sex ratio), (-0.31) and correlations at  $p \leq 0.01$  (dry leaf weight) and (total of eggs) (0.42); (plant height) and (total of eggs) (0.42) and correlations at  $p \leq 0.001$  among, (Silicon leaf percentage) and (percentage of deformed adults and total of eggs) (0.65; -0.61) The results shown that, plant height and dry leaf weight increase may be related to the male selection in leaf consumption on early stages. However, silicon absorption was not related to gibberellic acid and this absorption was more related to FAW herbivory.

Key words: Fall armyworm, dry leaf weight, plant height, sex ratio, silicon leaf percentage.





## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>A Lagarta do cartucho (<i>S.frugiperda</i>).....</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>A herbivoria e seus efeitos hormonais em plantas.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>As giberelinas.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4</b>	<b>Raízes secundárias em poáceas e a absorção de silício.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5</b>	<b>Efeitos do silício em insetos mastigadores e em poáceas.....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Criação de (<i>S.frugiperda</i>).....</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Milho híbrido e solo utilizados.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3</b>	<b>Aplicação de silício, tratamentos hormonais e herbivoria prévia das plântulas de milho.....</b>	<b>21</b>
<b>3.4</b>	<b>Parâmetros avaliados.....</b>	<b>21</b>
<b>3.5</b>	<b>Consumo foliar e condições de manutenção das lagartas.....</b>	<b>22</b>
<b>3.6</b>	<b>Formação de casais, contagem de ovos e porcentagem de eclosão dos ovos da 1ª postura.....</b>	<b>22</b>
<b>3.7</b>	<b>Altura, área foliar, peso seco foliar, comprimento radicular e teor de silício foliar de plantas aos 40 dias de semeadura.....</b>	<b>23</b>
<b>3.8</b>	<b>Estatística.....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Correlações entre altura de plantas, duração larval e total de ovos.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>Correlações entre silício foliar, adultos defeituosos, total de ovos e razão sexual.....</b>	<b>31</b>

<b>4.3</b>	<b>Correlações entre peso seco foliar, razão sexual e total de</b>	
	<b>ovos.....</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>
	<b>TABELAS.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera Noctuidae) está amplamente distribuída pela América Latina, Caribe e sul dos Estados Unidos (PARSHLEY;HARDY;HAMMOND 1995; BUSATO et al., 2005; VIRLA et al., 2008). É uma praga polífaga, podendo estar associada a 23 famílias de plantas (BUSATO et al., 2005) e, no Brasil, ela é considerada praga chave da cultura do milho (CRUZ, et al., 2008).

O controle químico indiscriminado desta praga resultou em uma seleção de populações resistentes a uma gama de produtos de elevada toxicidade, o que tornou esta praga de difícil controle (YU;NGUYEN;ABO-ELGHAR, 2003).

Uma estratégia alternativa para o controle de insetos praga é o aumento da resistência constitutiva das plantas, obtidas por meio de melhoramento convencional ou engenharia genética (DOWD; JOHNSON, 2009).

O aumento da resistência de plantas a pragas também pode ser realizado por indução e, em Poáceas, essa indução pode ser feita por meio da adubação com fontes parcialmente solúveis de silício. Este elemento se acumula e polimeriza nas paredes das células foliares, formando uma barreira mecânica que dificulta o ataque de insetos (YOSHIDA,1981). Essa resistência, para insetos mastigadores, tem sido demonstrada em vários trabalhos, como em cana-de-açúcar (KEEPING; MEYER, 2006; KVEDARAS et al., 2007) e milho (GOUSSAIN et al., 2002).

Portanto, a aplicação de silício é uma forma de indução de resistência a insetos que independe de engenharia genética. Em algumas Poáceas, o aumento no tipo e na quantidade de raízes a serem emitidas (MA et al.,2001,2007) pode aumentar o teor de silício absorvido.

O aumento de raízes laterais em milho pode estar ligado a um aumento da absorção de silício e o enraizamento lateral é dependente de hormônios

denominados giberelinas (ZIMMERMANN; SAKAI; HOCHHOLDINGER, 2010). As giberelinas são uma classe de compostos ligados ao aumento da heterose em milho (AUGER; PETERS; BIRCHLER, 2005). Elas se caracterizam por uma gama de compostos diterpenoides tetracíclicos com um esqueleto básico de 20 carbonos e são produzidas por duas rotas metabólicas: a rota do ácido mevalônico (MVA) e do metileritritol fosfato (MEP), com uma infinidade de tipos.

Os compostos que possuem maior atividade biológica são quatro, a saber: GA<sub>1</sub>, GA<sub>3</sub>, GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub>, que foram primeiramente identificadas em sementes de arroz infectadas por um fungo necrotrófico, *Gibberella fujikuroi* (TAIZ; ZEIGER, 2004). Essas substâncias têm alta capacidade de aumento do entrenó, do comprimento de folhas e células em Poáceas e podem estar ligadas a outros hormônios, como em ervilha com o ácido indol acético (AIA) (ROSS; O'NEILL, 2001) e com o ácido abscísico (ABA) (WHITE et al. 2000).

Por outro lado, um hormônio que está relacionado negativamente ao aumento do crescimento radicular em arroz é o etileno (KARAHARA; MATSUDA; HONMA, 2008), que é produzido em milho quando as plantas sofrem injúrias de lagartas (DIEZEL et al., 2009).

Logo, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos entre a herbivoria e a ação hormonal do ácido giberélico em milho sobre a absorção de silício e seus efeitos em alguns aspectos biológicos da lagarta-do-cartucho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A lagarta-do-cartucho do milho (*S. frugiperda*)

A lagarta-do-cartucho do milho, como dito anteriormente, é uma praga polífaga e, na cultura do milho, é a principal (CRUZ, et al., 2008). Durante o dia,

a mariposa pode ser encontrada próximo ao solo ou nas folhas do cartucho do milho. A diferença entre machos e fêmeas é a coloração do primeiro par de asas, sendo este mais escuro e com manchas no macho, e parda com cor de palha na fêmea. Além disso, o abdômen das fêmeas é mais largo na porção mediana e nas pupas dos noctuídeos deste gênero; a abertura anal nas fêmeas é um traço reto longitudinal e, nos machos, é um traço reto longitudinal, seguido de curvas laterais circundantes (ZENKER; SPECHT; CORSEUIL, 2007). As mariposas chegam a ter cerca de 3,5 cm de envergadura. A cópula ocorre à noite e cada mariposa pode colocar mais de 2.000 ovos por postura (PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004; CRUZ et al., 2008).

Os ovos são acinzentados, embora possam ter inúmeras cores e protegidos contra a ação de inimigos naturais por escamas deixadas pelas fêmeas. São colocados em camadas, que podem ser de uma a quatro e na superfície superior das folhas. A eclosão pode-se dar de 3 a 4 dias da oviposição (PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004; CRUZ et al., 2008).

A lagarta eclode e, a seguir, caminha para a região do cartucho e inicia sua alimentação raspando as folhas mais novas do milho. Nesta fase de raspagem, a lagarta se alimenta de apenas um lado da folha, característica típica dessa espécie. Logo após a primeira ecdise, a lagarta é esbranquiçada, com sombreamento dorsal marrom, com cerca de 4 mm. Quando maior, a lagarta passa a fazer orifícios nas folhas, chegando a destruir o cartucho. Bem desenvolvida, a lagarta chega a ter cerca de 50 mm de comprimento, sendo a duração do período larval variável de 12 a 30 dias (PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004).

Para pupar, a lagarta passa por um período de pré-pupa no solo, que pode durar de um a cinco dias. A lagarta acaba construindo uma câmara, com teia e partículas de solo, para proteger a pupa; em solos leves, a célula é construída a uma profundidade de 2,5 a 7,5 cm, mas, em solos argilosos, essa

profundidade nunca passa os 2 cm. Por fim, o período pupal pode variar de 8 a 25 dias (PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004).

## 2.2 A herbivoria e seus efeitos hormonais em plantas

Nos últimos dez anos, poucos trabalhos têm sido realizados a respeito do número mínimo de injúrias necessárias para a ativação de processos hormonais ligados à antibiose em milho, mais especificamente quanto à absorção de silício.

Massey, Ennos e Hartley (2007) elucidaram que, para a espécie *Fetusca ovina*, plantada em terra vegetal e sem adição de adubos silicatados, quando submetida a diversos eventos de desfolhação, num total de 16 eventos espaçados em 3 a 4 semanas e com quatro tipos de desfolhação, a saber: mecânica, por vertebrado *Microtus agrestis*; por inseto *Schistocerca gregaria*, todas na intensidade de até 5 cm de altura do solo e não desfolhada, resultou que a desfolhação por inseto foi a que revelou maiores quantidades de sílica nas folhas.

Muitos são os trabalhos que relacionam injúrias por insetos com aspectos ligados à sinalização com voláteis e os hormônios vegetais ligados a estes voláteis e ao papel da saliva das lagartas nesta sinalização (GUOINGUENÉ; ALBORN; TURLINGS, 2003; LAWRENCE; NOVAK, 2004; CARROLL et al., 2006; MITHÖFER; BOLAND, 2008 e DIEZEL et al., 2009).

Já com respeito à quantidade mínima de injúrias e à quantidade de saliva necessária para esta sinalização, destaca-se o trabalho de Peiffer e Felton (2009). Estes autores determinaram a área foliar consumida e a quantidade de saliva regurgitada de quatro espécies de lagartas, *Helicoverpa zea*, *Manduca sexta*, *Spodoptera frugiperda* e *Spodoptera exigua* e a ativação de processos hormonais em plantas por esta saliva, em quatro espécies de plantas: milho, abóbora, feijão e tomate.

Em milho, Carroll et al. (2006) utilizaram 10 lagartas de sexto instar de *S. frugiperda*, por 60 minutos, em um vaso com uma única plântula com 11 a 14 dias de plantio e com 3 a 4 folhas expandidas. Apesar de os autores se concentrarem apenas na captura de substâncias liberadas no ar pela planta, esse trabalho serve como parâmetro para indicar em qual estado fenológico do milho devem se iniciar tratamentos herbivoriais.

Estudando a herbivoria mecânica e natural de *S. exigua* em milho, Lawrence e Novak (2004) determinaram, por cromatografia gasosa, que o ataque de *S. exigua* desencadeou a produção de três sesquiterpenos voláteis,  $\beta$ -caryophyllene, (E)- $\alpha$ -bergamotene e (E)- $\beta$ -farnesene. Tais sesquiterpenos são oriundos do geranyl difosfato (GPP) e essa substância na rota metabólica do metieritritol fosfato (MEP) também é precursora das giberelinas, um hormônio ligado à heterose em milho.

Outro trabalho com voláteis é o de Guoinguené, Alborn e Turlings (2003), os quais determinaram que lagartas de *S. litoralis* de 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> instares, nas intensidades de 1, 5, 10, 25, 50 e 70 lagartas por planta e com intensidades de dano de 0 a 20% na parte aérea, produziram 50% dos voláteis estudados no ensaio. Da mesma forma que em outros trabalhos, os estudos se concentraram na produção de voláteis e não na produção de espécies reativas de oxigênio precursoras da produção de ABA e etileno ou com a associação dos voláteis com as giberelinas.

Outros compostos também são produzidos devido à herbivoria, a saber: etileno, ácido jasmônico, ácido abcísico, ácido salicílico, terpenos e sesquiterpenos (TAIZ; ZEIGER 2004). Tanto o etileno como o ácido jasmônico são hormônios que se interrelacionam com outros hormônios, tais como AIA e ABA, ácido indol 3-acético e ácido abcísico, bem como com uma série de outras enzimas que regulam várias reações bioquímicas nas plantas até o momento não totalmente elucidadas (TAIZ; ZEIGER 2004).



Poucos são os trabalhos que se relacionam à herbivoria e à produção hormonal das plantas, denominado atualmente de HAMPs, do inglês *Herbivory-Associated Molecular Patterns*. Dentre estes poucos trabalhos, destacam-se os de Diezel et al.(2009), Peiffer e Felton (2009) e Mithöfer e Boland, (2008).

Dos poucos trabalhos relacionados à herbivoria e aos efeitos hormonais, destaca-se o de Souza e MacAdam (2001). Estes autores determinaram que, dentre as substâncias desencadeadas pela herbivoria, existe em milho, como também em outras Poáceas, a produção de peroxidases ácidas que atacam as giberelinas, impedindo que esta substância desempenhe sua função em plantas, resultando, assim, em plantas de menor porte.

### 2.3 As giberelinas

Como dito na introdução, as giberelinas são uma classe de compostos diterpenoides tetracíclicos com um esqueleto de 20 carbonos, como apresentado na Figura 1.

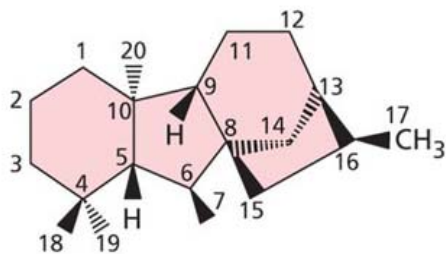


Figura1: Esqueleto estrutural das giberelinas

Adaptado de (Taiz e Zeiger, 2004).

Entre as giberelinas mais bioativas estão  $GA_1$ ,  $GA_3$ ,  $GA_4$  e  $GA_7$ , isoladas inicialmente de sementes de arroz infectadas com o fungo necrotrófico *Gibberella fujikuroi*.

As rotas de biossíntese do ácido giberélico  $GA_3$  são definidas por duas rotas, a do ácido mevalônico e a do metil ethritol fosfato (MEP), descritas na Figura 2.

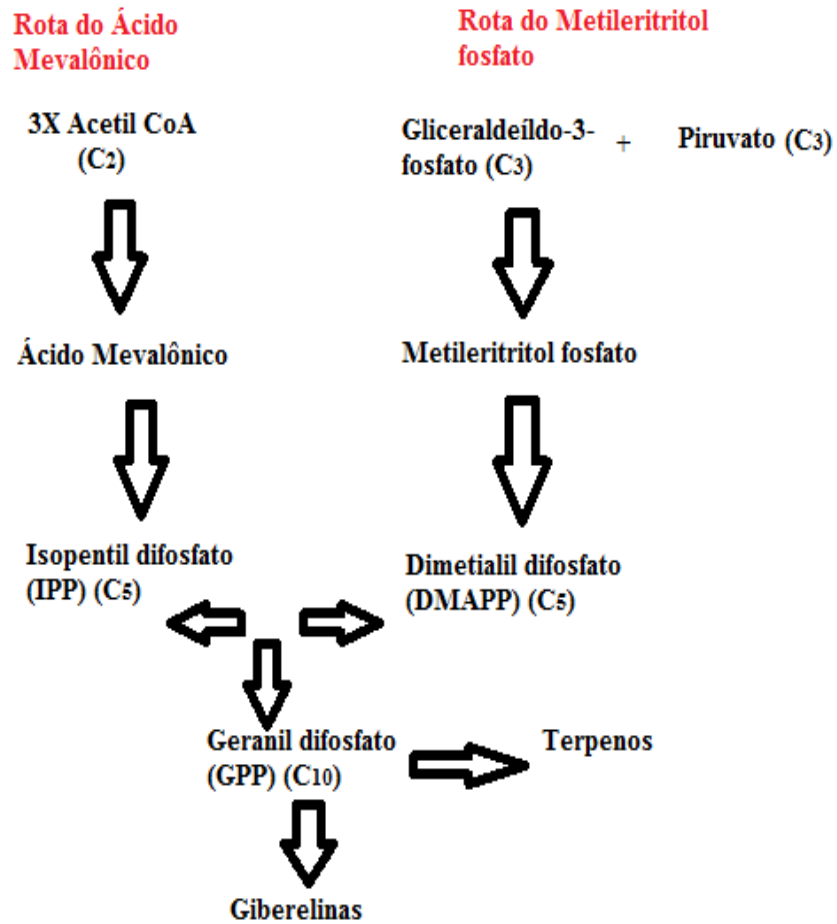


Figura 2: Rotas metabólicas do MVA e MEP.

Adaptado de Taiz e Zeiger (2004)

As giberelinas se relacionam ao AIA. A presença desta auxina foi relacionada à promoção da transcrição do gene  $GA3ox$  e à repressão do gene  $GA2ox$ . Na ausência da auxina ocorre o inverso. Dessa forma, a gema apical

promove o crescimento tanto por meio da síntese de auxina como pela síntese induzida de GA<sub>1</sub> por auxina (ROSS; O'NEILL, 2001).

O efeito das giberelinas sobre plantas de milho foi intensamente estudado por Rood, Blake e Pharis, (1983) e, em seguida, por Rood et al. (1990), estabelecendo a dose e o efeito sobre plantas de milho e em sorgo, por Rood et al.(1992).

#### **2.4 Raízes secundárias em Poáceas e a absorção de silício**

Ao estudar o papel dos pelos radiculares e das raízes laterais, em arroz, na absorção de silício, Ma et al. (2001) compararam a absorção de silício em curtos períodos (12h) e longos períodos (26d) com dois mutantes, um que não produzia pelos radiculares (RH2) o outro que não produzia raízes laterais (RM109), ambos comparados com um tipo silvestre de arroz (WT). Foi demonstrado que a absorção de silício ficou prejudicada no mutante (RM109) e que o silício absorvido está altamente correlacionado com a produção de raízes laterais.

Na cultura do milho, o desenvolvimento das raízes laterais é inicialmente controlado por um grupo de genes denominados ZmGSL genes (*Zea mays gibberelic acid stimulated transcript like*), regulados pela giberelina GA<sub>1</sub> (ZIMMERMANN; SAKAI; HOCHHOLDINGER, 2010).

#### **2.5 Efeitos do silício em insetos mastigadores e em Poáceas**

Em relação ao arroz, foram realizados estudos sobre o controle de *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) (DJAMIN; PATHAK, 1967) e *Scirpophaga incertulas* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) (BANDONG; LITSINGER, 2005). No Brasil, não se encontram trabalhos com uso de adubação silicatada na indução de resistência em arroz, com relação às suas pragas chave (gorgulho aquático, lagarta elasmó e broca-da-cana).

Bandong e Litsinger (2005), que avaliaram o estágio fenológico e a susceptibilidade de plantas de arroz quanto ao ataque de *Scricophaga incertulas* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae), propuseram, em seu trabalho, quatro causas para a resistência de alguns genótipos de arroz ao ataque do inseto praga: idade da planta, lignificação dos seus tecidos, teores de zinco nas plantas e a deposição de sílica nas folhas e nos caules.

Já Djamin e Pathak (1967) evidenciaram que, dentre vinte variedades de arroz, três grupos se diferenciaram quanto ao ataque de *C. suppressalis* e estes grupos se ranquearam em variedades resistentes, com danos de coração morto de 0,87% a 2,75%, variedades moderadamente resistentes com danos de 3,56% a 4,97% e variedades suscetíveis com danos de 11,9% a 16,47%. Um fato importante deste trabalho é que estes autores estabeleceram uma correlação linear negativa com valor de ( $r^2 = -0,88$ ) para teores de sílica na planta e coração morto, tendo os valores de sílica da variedade mais suscetível, Spam Kwai, sido de 9,7% e, na variedade resistente Yabami Montakhab, de 13,9%. Para elucidar melhor esta correlação, estes autores confinaram, em gaiolas, 500 lagartas com idade de cinco dias após eclosão em entrenós e nós, da variedade mais suscetível e da variedade mais resistente para coração morto. Os resultados mostraram que, nos entrenós da variedade resistente, apenas 0,4% das lagartas os broquearam e para a variedade suscetível, isso ocorreu para 17,5% das lagartas. Já nas gaiolas com nós, foram verificados broqueamentos da ordem de 71% das lagartas na variedade resistente e de 96% das lagartas na variedade suscetível. Os autores também discutem o número de massa de ovos ovipositados tanto em variedades suscetíveis como em resistentes, porém, não obtiveram correlações. Um dos fatos levantados neste trabalho é o desgaste de mandíbulas nas lagartas que se alimentaram de variedades resistentes e, para os autores, isto é a prova da antibiose das variedades resistentes.

Com relação à cana-de-açúcar, dois trabalhos realizados na África do Sul estudaram o efeito da adução silicatada em *Eldana saccharina* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae), (KEEPING; MEYER, 2006; KVEDARAS et al., 2007).

No trabalho de Keeping e Meyer (2006) foi estudado o efeito de duas doses de silicato de cálcio e escória de siderurgia (5 e 10 t/ha) e de duas doses de cinzas de resíduos silicatados industriais (15 e 30 t/ha) sobre o ataque da praga *E.saccharina*, em variedades resistentes e suscetíveis de cana-de-açúcar. As melhores respostas foram obtidas com silicato de cálcio, resultando em uma redução de ataque de 34% nas variedades susceptíveis e 26% nas variedades resistentes. Estes autores ressaltaram que o uso de adubação silicatada no manejo de resistência deste inseto praga só tem respostas satisfatórias em variedades suscetíveis, e o uso desta técnica em variedades já resistentes não é satisfatório.

No trabalho de Kvedaras et al.(2007), já houve um refinamento quanto ao estudo da resistência induzida, principalmente quanto aos locais em que o silício se acumula, isto é, na gema, nos primórdios radiculares, próximos à gema e aos entrenós da planta, tanto em variedades resistentes como em suscetíveis ao ataque de *E.saccharina*. Neste ensaio também ficou evidente a antibiose quanto ao ataque da broca, pois as lagartas perderam massa corporal, bem como tiveram menor comprimento durante o seu desenvolvimento, além de taxas de mortalidade maiores, quando comparadas às lagartas alimentadas com plantas sem silício.

Na cultura do milho, Goussain et al. (2002) identificaram em quais instares de *Spodoptera furugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) ocorreram as maiores taxas de mortalidade (2º e 6º) devido aos teores de sílica nas folhas do milho, uma prova da antibiose causada por esta prática de adubação.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Criação de *S. frugiperda*

Os insetos utilizados no experimento foram provenientes de criação de laboratório, em BOD, a  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas, sendo as lagartas alimentadas com dieta artificial (GREENE; LEPPLA; DICKERSON, 1976) e os adultos com solução aquosa de mel a 10%. Para a montagem dos bioensaios, foram utilizadas lagartas provenientes de segunda ou terceira posturas.

#### 3.2 Milho híbrido e solo utilizados.

Foi escolhido um material de médio grau de heterose, o híbrido duplo Santa Helena SHS 4080, sendo o plantio realizado em vasos com 2L de capacidade, com duas sementes por vaso e fazendo-se um raleio após à emergência das plantas, deixando-se uma planta por vaso. O solo utilizado foi um Cambissolo distrófico, cujos valores estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Análise do solo utilizado

pH	M.O	P	K	S	Si	Ca	Mg	H <sub>+</sub> Al	Al	SB	T
H <sub>2</sub> O	g/kg	mg/dm <sup>3</sup>				cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>					
4,8	24	1,8	30	5,8	6,0	0,2	0,1	4,5	0,8	0,4	4,9

A adubação de plantio, a cobertura e a respectiva correção do solo foram feitas de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999) e a adubação para Zn foi realizada segundo Rajj et al. (1996). As plantas foram mantidas em casa de vegetação, à temperatura de  $25\pm 5^\circ\text{C}$  e UR de  $60\pm 10\%$ .

### **3.3 Aplicação de silício, tratamento hormonal e herbivoria prévia das plântulas de milho.**

A aplicação de silício foi via solo, com uma solução de ácido silícico a 1%, na dosagem equivalente a 1 t de SiO<sub>2</sub>/ha, após a semeadura.

O tratamento hormonal foi realizado após o raleio das plantas, sendo aplicados 0,3 mg de ácido giberélico (ROOD et al.,1992) por planta, sobre as folhas, com o auxílio de uma pipeta de 100 µL. Isso foi obtido pipetando-se 100 µL de 100 mL de uma solução, na concentração de 3 g/L de GA<sub>3</sub>.

A herbivoria prévia das plantas foi feita a partir da expansão da 3<sup>a</sup> folha (CARROLL et al., 2006) e foi repetida por quatro vezes, com três dias de intervalo (DIEZEL et al.,2009). Nesse procedimento foi utilizada uma lagarta de 3<sup>o</sup> instar (DIEZEL et al., 2009) dentro de uma gaiola circular de 0,6 cm<sup>3</sup>, com 0,5 cm de altura, de PVC marrom de 3/4 de polegada, colada em sua extremidade com um prendedor e tapada, em um dos lados, com tela de náilon e, no outro, com plástico móvel, por onde se insere a folha da planta (MORAES et al., 2005), durante 10 minutos, em cada planta (PEIFFER; FELTON, 2009).

### **3.4 Parâmetros avaliados.**

Os parâmetros biológicos de *S. frugiperda* avaliados foram: consumo foliar aos 10 dias e consumo foliar total em dm<sup>2</sup>, peso larval aos 10 dias, peso pupal 24 horas após a sua formação, viabilidade larval e pupal, percentual de adultos defeituosos (asas contorcidas ou não expandidas), período de pré-oviposição, período de oviposição, total de ovos e viabilidade de ovos da 1<sup>a</sup> primeira postura.

Os parâmetros avaliados nas plantas foram: altura aos 40 dias, comprimento radicular, área foliar de plantas, peso seco foliar das plantas e teor de silício foliar.

### **3.5 Consumo foliar e condições de manutenção das lagartas.**

As lagartas de 2<sup>o</sup> instar mantidas individualizadas em placas de Petri de 5 cm, colocadas, em BOD, a 25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas, foram alimentadas, com secções foliares de plantas com 40 dias de semeadura, inicialmente com, aproximadamente, 10 cm<sup>2</sup> e, a partir do 3<sup>o</sup> instar, de 20 cm<sup>2</sup> (GRÜTZMACHER et al.,1999), nos diferentes tratamentos.

Diariamente, as secções foliares eram escaneadas, em escâner HP photosmart C4680, em escala de cinza ajustada para a melhor resolução, 200 pixels por polegada quadrada e medidas no software NIH Image J (O'NEAL; LANDIS; ISAACS, 2002) e conversão em imagem binária com precisão de 49 pixels por mm<sup>2</sup>, antes do fornecimento e após o consumo, para se determinar por diferença o consumo foliar diário.

Como fator de correção do encolhimento por perda de água, foram colocadas cinco secções foliares por tratamento sem lagartas, para que se medisse a área média dessas secções diariamente, antes e após o período de fornecimento. Este fator de correção é dado por:  $FC=(A5i-A5f)/5$ , em que A5i é a área das cinco secções foliares inicial e A5f é a área foliar das cinco secções foliares final. Finalmente, a área foliar consumida (AC) foi determinada pela fórmula área fornecida (AF), menos fator de correção (FC), menos área restante após consumo (AR), resultando em:  $AC=(AF-FC)-AR$

### **3.6 Formação dos casais, contagem de ovos e percentual de eclosão de ovos da 1<sup>a</sup> postura.**

Conforme as eclosões das pupas iam ocorrendo, estes eram colocados isolados, inicialmente em gaiolas com alimentação de mel, para que se pudessem formar os casais em cada tratamento. Os casais avaliados eram compostos de um macho e uma fêmea normais.



Diariamente, em cada gaiola de cada casal, eram retiradas as massas de ovos existentes após a captura destes adultos com um tubo de vidro e, em seguida, a gaiola era novamente revestida internamente com papel filtro e recolocados os adultos.

A contagem de ovos foi feita em microscópio estereoscópico em placas de Petri de 5 cm, com auxílio de um estilete e o percentual de eclosão da primeira postura determinado colocando-se 100 ovos separados cuidadosamente com estilete para incubar em BOD, a  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

### **3.7 Altura de plantas, área foliar, peso seco foliar de plantas, comprimento radicular e teor de silício foliar de plantas, aos 40 dias de semeadura.**

A altura das plantas aos 40 dias foi medida com fita métrica metálica, a partir de seu coleto, até o final da primeira folha expandida (ROOD et al., 1990).

A área foliar de cada planta foi medida separando-se as lâminas foliares do caule. Estas lâminas foram escaneadas e suas áreas foliares foram medidas conforme item 3.5.

As raízes foram cuidadosamente lavadas e acondicionadas em frascos de 1L, em solução alcoólica a 50%, para posterior medição.

A medição de raízes foi feita com auxílio de uma cuba de vidro de 21 x 28 x 2 cm, na qual uma pequena porção de raízes foi espalhada após o tingimento com solução de azul de metileno a 1%, em uma camada de  $\pm 1$  cm de água e escaneada em escâner HP photosmart C4680, em escala de cinza ajustada para a melhor resolução, 200 pixels por polegada quadrada, medidas em software ImageJ e conversão em imagem binária com precisão de 49 pixels por  $\text{mm}^2$ , conforme Kimura e Yamasaki (2003).

Após a medição da área foliar das plantas, as folhas foram secas em estufa a  $60^{\circ}\text{C}$ , por 72 horas e deixadas dentro da estufa desligada, por 24 horas,

para posterior pesagem em balança eletrônica de precisão com três casas decimais da marca Trone e moídas em moinho tipo willey, da marca Tecnall.

A determinação do teor de silício foliar das folhas moídas, foi feito segundo a metodologia de Korndörfer, Ferreira e Nolla (2005), pelo laboratório de análise de silício da Universidade Federal de Uberlândia.

### 3.8 Estatística

Adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso, com cinco repetições, sendo testados os tratamentos com as respectivas siglas: T1- Testemunha, T2- aplicação de silício (Si), T3- herbivoria prévia (H), T4- aplicação de ácido giberélico (G), T5-(H+Si), T6- (H+G), T7- (G+Si) e T8- (H+G+Si).

A parcela experimental para avaliação dos aspectos biológicos de *S. frugiperda* até a fase de pupa foram 10 lagartas de 2<sup>o</sup> instar, totalizando 50 lagartas por tratamento. Cada lagarta foi individualizada em placas de Petri de 5 cm, a fim de se evitar o canibalismo entre as lagartas e a parcela experimental para a avaliação de parâmetros reprodutivos foi 1 casal de adultos normais, conforme item 3.6.

Os dados de viabilidade de ovos da 1<sup>a</sup> postura foram transformados angularmente em arco-seno( $\sqrt{X/100}$ ), antes da análise de variância. As médias dos parâmetros foram comparadas pelo teste de Tukey a ( $p \leq 0,05$ ).

Com os dados analisados, foram feitas correlações lineares não paramétricas de Spearman, conforme Ferreira (2009), entre os parâmetros avaliados para plantas e os parâmetros biológicos de *S. frugiperda*.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os valores de viabilidade larval, duração larval, peso larval aos 10 dias, viabilidade pupal, duração pupal e peso de pupas, 24 horas após o empupamento. Apenas para duração larval e peso de pupas foram encontradas diferenças entre os tratamentos.

Na duração larval, o grupo com a maior duração constituiu-se de um único tratamento (G), o grupo com a duração intermediária dos tratamentos (Testemunha, H+G, G+Si, H e Si) e dois tratamentos com a menor duração (H+G+Si e H+Si). O erro padrão aferido para todos os tratamentos foi de 0,27 dias; a média para o tratamento (G) foi de 21,54 dias; para o grupo intermediário, as médias variaram de 21,21 a 20,53 dias e as médias para o grupo de menor duração variaram de 20,25 a 20,17 dias.

Para o peso de pupas após 24 horas, o grupo de maior peso também se constituiu de um único tratamento (H); já o grupo intermediário constituiu-se dos tratamentos (H+G, G, H+Si, G+Si, Si e Testemunha) e o grupo de menor peso, pelo tratamento (H+G+Si). O erro padrão aferido para os tratamentos foi de 9,3 mg e a média para o tratamento (H) foi de 199,31 mg. Para o grupo intermediário, as médias variaram de 186,05 a 175,74 mg e a média para o grupo de menor peso foi de 147,07 mg.

Já na Tabela 3, com relação às lagartas, encontram-se os parâmetros consumo foliar aos 10 dias e consumo foliar total e, em relação às plantas aos 40 dias de semeadura, os parâmetros peso seco foliar, área foliar, teor percentual de silício foliar, altura e comprimento de raízes. Foram encontradas diferenças entre os tratamentos para todos os parâmetros, exceto para consumo foliar total e comprimento de raízes

O consumo foliar aos 10 dias formou o grupo de maior valor, com um único tratamento (H+G+Si); o grupo intermediário, com os tratamentos (H+Si,

Si, G+Si, Testemunha, H e G) e o grupo de menor peso se constituiu do tratamento (H+G). O erro padrão aferido foi de 0,03 dm<sup>2</sup> e a média para o tratamento (H+G+Si) foi de 0,49 dm<sup>2</sup>; para o grupo intermediário, as médias variaram de 0,45 a 0,33 dm<sup>2</sup> e a média para o grupo de menor valor (H+G) foi de 0,33 dm<sup>2</sup>.

Para o peso seco foliar, os tratamentos se distinguiram em três grupos; o grupo de maior valor com também um único tratamento (HG); o grupo intermediário, com os tratamentos (testemunha, G, H+Si, G+Si e H+G+Si) e o grupo de menor valor intermediário, com os tratamentos (Si e H). O erro padrão aferido foi de 0,24 g e a média do primeiro grupo foi de 3,06 g e, para o segundo e o terceiro grupo, as médias variaram de 1,95 a 2,64 g, para o segundo grupo e de 1,53 a 1,71 g, para o terceiro grupo.

A área foliar de plantas aos 40 dias de semeadura teve o mesmo agrupamento de tratamentos que o peso seco foliar, o erro padrão foi de 0,85 dm<sup>2</sup> e a média para o grupo de maior valor foi de 10,69 dm<sup>2</sup>. Para o grupo intermediário e para o grupo de menor valor, as médias variaram de 6,99 a 8,63 dm<sup>2</sup> para o grupo intermediário e de 6,14 a 6,72dm<sup>2</sup> para o grupo de menor valor.

Os tratamentos, para o teor de silício foliar, se dividiram em cinco grupos: o grupo de maior valor, três tratamentos (G, Si e H); o primeiro grupo intermediário, com o tratamento (H+Si); o segundo grupo intermediário, com tratamento (G+Si); o terceiro grupo intermediário, com os tratamentos (H+G e H+G+Si) e o último grupo, com o tratamento (testemunha). O erro padrão foi de 0,13% para o tratamento Si e de 0,10% para os demais tratamentos. A média para o grupo de maior valor variou de 0,98% a 0,89%; para o primeiro grupo intermediário, a média foi de 0,77%; para o segundo grupo intermediário, a média foi de 0,53% e, para o terceiro grupo intermediário, as médias variaram de

0,47% a 0,50% e, finalmente, para o grupo de menor valor (testemunha), a média foi de 0,14%.

Para a altura de plantas, os tratamentos se dividiram em seis grupos. O grupo de maior valor teve dois tratamentos (H+G+Si, H+G); o primeiro dos quatro grupos intermediários constituiu-se do tratamento (G); no segundo grupo intermediário ocorreram para os tratamentos (Testemunha e Si); o terceiro grupo intermediário ocorreu para o tratamento (G+Si); o quarto grupo intermediário ocorreu para o tratamento (H) e, finalmente, o grupo de menor valor, com o tratamento (H+Si). O erro padrão foi de 0,20 dm, tendo as médias para o grupo de maior valor variado de 7,72 a 7,74 dm. Para o primeiro grupo intermediário, a média foi de 7,24 dm; para o segundo grupo intermediário, as médias variaram de 6,34 a 6,40 dm; para o terceiro grupo intermediário, a média foi de 6,20 dm; para o quarto grupo intermediário, a média foi de 5,26 dm e, finalmente, para o grupo de menor valor, a média foi de 5,12 dm.

Na Tabela 4 encontram-se os percentuais de adultos defeituosos, a razão sexual de adultos, o período de pré-oviposição, o período de oviposição, a viabilidade de ovos da 1<sup>a</sup> postura e o total de ovos da primeira e da segunda postura.

O percentual de adultos defeituosos teve seus tratamentos agrupados em quatro grupos, sendo o de maior percentual com dois tratamentos (G e Si); já o primeiro grupo intermediário constituiu-se dos tratamentos (H, H+Si, G+Si e H+G), o segundo grupo intermediário constituiu-se de um único tratamento (H+G+Si) e o grupo de menor percentual, também, de um único tratamento (Testemunha). O erro padrão aferido foi de 8,62% e a média para o grupo de maior valor variou de 83,0 a 68,8%. Para o primeiro grupo intermediário, as médias variaram de 64,44% a 50,50% e, para o segundo grupo intermediário e para o grupo de menor valor percentual, as médias foram de 26,50% e 9,16%, respectivamente.

A razão sexual teve, para o grupo de maior valor, um único tratamento (Si). O grupo intermediário constituiu-se dos tratamentos (H, G, H+G+Si, H+G e Testemunha) e o grupo de menor valor se constituiu de dois tratamentos (H+Si e G+Si). O erro padrão aferido foi de 0,04 e a média para o tratamento (Si) foi de 0,62; para o grupo intermediário, variaram de 0,433 a 0,376 e, para o grupo de menor valor, variaram de 0,316 a 0,313.

Para o período de pré-oviposição, o grupo de maior valor teve um único tratamento (H+G+Si); o grupo de menor valor consistiu dos tratamentos (G, G+Si, H+G, H+Si, Si, testemunha e H). O erro padrão aferido foi de 0,28, a média do tratamento (H+G+Si) foi de 3,60 dias e as médias para o grupo de menor valor variaram de 2,20 a 1,80.

O período de oviposição teve o grupo de maior valor, com dois tratamentos (G+Si e H+Si); o grupo intermediário constituiu-se dos tratamentos (testemunha, H+G, H, Si e G) e o grupo de menor percentual constituiu de um único tratamento (H+G+Si). Os erros padrões para os tratamentos (Si e H+Si) foram de 0,51 e 0,59 e, para os demais tratamentos, de 0,45. A média para o grupo de maior valor variou de 4,80 a 4,30 dias; para o grupo intermediário, variou de 3,80 a 2,00 dias e, para o grupo de menor valor, de 1,80.

A viabilidade de ovos da 1ª postura teve o grupo de maior percentual, com dois tratamentos (G+Si e H+Si); o grupo intermediário, com os tratamentos (H+G+Si, Si, testemunha, H+G e H) e o grupo de menor percentual, com um único tratamento (G). O erro padrão foi de 5,37% e a média para o grupo de maior valor variou de 98,71% a 98,64%; para o grupo intermediário, as médias variaram de 94,58% a 82,38% e a média para o grupo de menor valor foi de 72,11%.

Para o total de ovos, os tratamentos se agruparam em cinco grupos, sendo o primeiro grupo com um único tratamento (testemunha), o primeiro grupo intermediário com também um único tratamento (H+G), o segundo e o

terceiro grupos intermediários com os tratamentos (H+G+Si, G+Si) e (Si, H, G), respectivamente e, finalmente, o último grupo com o tratamento (H+Si). O erro padrão da média aferido foi de 85,15 e as médias do primeiro grupo, do primeiro grupo intermediário e do último grupo foram de 975,40, 758,20 e 302,60, respectivamente e as médias do segundo e do terceiro grupos intermediários variaram de 684,20 a 597,60 e de 554,60 a 428,00, respectivamente.

Na Tabela 5 são apresentadas as correlações entre altura, peso seco foliar e teor de silício foliar em relação aos aspectos biológicos, duração larval, peso pupal às 24 horas após empupamento, percentual de adultos defeituosos, total de ovos e razão sexual de *S.frugiperda*, conforme item 3.8, discutidas item a item a seguir.

#### **4.1 Correlações entre altura de plantas, duração larval e total de ovos**

Dentre as correlações entre os parâmetros da planta e do inseto (Tabela 5), nota-se que a altura de plantas se correlacionou positivamente com a duração larval e total de ovos, ou seja, a maior altura resultou em aumento da duração larval e no número de ovos.

As giberelinas, especificamente o GA<sub>3</sub>, afetam a altura das plantas e o comprimento de folhas em milho (ROOD et al., 1990). Porém, Auger, Peters e Birchler (2005) discutem que a modulação dessa ação, mais especificamente para altura, pode ser superior em milhos não híbridos do que em híbridos simples, mas, independentemente de aumentar ou não a heterose, a giberelina, quando presente, melhora o metabolismo geral das plantas, e o tipo de híbrido utilizado neste estudo, de heterose intermediária, levou a usar uma baixa dose de giberelina.

Quanto à correlação positiva entre a altura de planta e a duração do período larval, no presente estudo, pode-se inferir que o tratamento com ácido giberélico (G) teve um altura enquadrada no primeiro grupo intermediário (ab)

(Tabela 3) e a maior duração larval (a) (Tabela 2). Porém, o tratamento (H+G+Si) teve a menor duração larval (b) (Tabela 2) e está entre o grupo das plantas com maior altura (a) (Tabela 3). Dessa forma, apesar de haver correlação entre altura e duração larval, indicando que a altura de plantas pode estar relacionada a teores de celulose mais altos e que estes, provavelmente, induziriam inicialmente um baixo consumo de tecidos e, por conseguinte, adaptação, o que foi verificado por Dowd e Jonhson (2009), na variedade de capim *Panicum virgatum* var. Trailblazer, a associação dos outros fatores faz com que haja uma aceleração do período larval do tratamento (H+G+Si) .

A correlação positiva entre total de ovos e altura, que ocorre no tratamento (H+G) maior altura (a) (Tabela 3) e o segundo grupo estatístico de maior total de ovos (ab) (Tabela 4) pode estar relacionada à dose de giberelina utilizada, uma vez que as peroxidases produzidas pela herbivoria podem ser suplantadas pelo excesso de reações com as giberelinas aplicadas (SOUZA; MacADAM, 2001) e não terem tido o mesmo efeito, quando comparadas ao tratamento (H+Si) com relação ao total de ovos.

Isto se deve ao fato de que as peroxidases ácidas resultantes da herbivoria de insetos ou da ação de patógenos induzem uma supressão do crescimento de plantas de milho e a inativação da giberelina natural presente no tratamento (H+Si) e, conseqüentemente, o provável aumento dessas peroxidases resultam em plantas anãs de milho (SOUZA; MacADAM, 2001). No capim *Panicum virgatum* L., foram relacionadas tais peroxidases ácidas, como fator de resistência a *S. frugiperda* (DOWD; JONHSON, 2009), o que pode explicar os resultados desta pesquisa com relação à altura de plantas nos tratamentos (H e H+Si), sendo estes tratamentos o penúltimo e o último grupo estatístico para altura de plantas (Tabela3).

Ainda quanto à altura e ao total de ovos, este trabalho difere um pouco do trabalho de Parshley, Hardy e Hammond (1995), no qual não houve



diferenças entre as populações de *S.frugiperda* criadas em capim-bermuda, uma planta mais alta que o milho em estágios iniciais de desenvolvimento e, apesar de não haver diferenças estatísticas no estudo americano, as populações com maior número de progênes (Tabela 2) foram as que foram criadas em capim-bermuda.

#### **4.2 Correlações entre silício foliar, total de ovos, adultos defeituosos e razão sexual**

A correlação existente entre alto teor de sílica foliar e o baixo número de ovos reside no fato de que o silício induz a produção de fatores antinutricionais, como peroxidases, quinonas e ploifenoloxidasas (REYNOLDS; KEEPING; MEYER, 2009) e tais substâncias podem induzir efeitos subletais (DOWD, 1994).

As peroxidases e o p-coumaryl são importantes na polimerização da lignina (HISANO; NANDAKUMAR;WANG, 2009) e essa substância, o p-coumaryl, em um trabalho realizado por Dowd, (1994), só causou mortalidade (25%) de *S. frugiperda* em dietas com peroxidases, peróxidos e ácido ferrúlico.

Portanto, vincular o efeito unicamente da lignina na produção de efeitos letais ou subletais, tais como adultos deformados ou menor número de ovos depositados, não seria correto, pois as peroxidases atuam nesse processo (DOWD; JONHSON, 2005).

Quanto ao fato de o teor de silício estar positivamente relacionado à razão sexual, isto se deve ao fato de que plantas com altos teores de silício possuem folhas leves (Tabela 3), tratamento (H e Si) e estes tratamentos, como visto anteriormente, estão entre as plantas de baixa altura. Portanto, isso é um indicio de que plantas menores têm folhas mais leves, porém, tais folhas, provavelmente, têm maiores teores de amido (TAIZ; ZEIGER, 2004; DOWD; JONHSON, 2009).

Ainda quanto a adultos defeituosos, o maior número dessa anomalia ocorreu nos tratamentos (G e Si) (Tabela 4). Sabe-se que os tratamentos (H e H+Si) (Tabela 2) produziram plantas menores e, portanto, essas plantas, provavelmente, produziram uma maior quantidade de peroxidases aniônicas (SOUZA; MacADAM, 2001). No entanto, o tratamento (Si) encontra-se no terceiro grupo estatístico (bc) para altura de plantas (Tabela 3). O tratamento (G), que pertence ao grupo com segunda maior altura de plantas, apresentou o maior número de defeitos, devido, possivelmente, a peroxidases catiônicas (DOWD; JONHSON, 2005) ou a um provável desequilíbrio inicial na dieta, devido ao excesso de celulose (DOWD; JONHSON, 2009) ou, ainda, a uma correlação existente entre GA<sub>5</sub> e 20hidroxiectidisonio (MACHÁČKOVA; VÁGNER; SLÁMA, 1995).

Quanto ao possível desequilíbrio nutricional causado pelo excesso de celulose nas folhas, foi realizado, em algodoeiro, um trabalho no qual foi encontrado um percentual de adultos defeituosos de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) da ordem de 2,2% (SANTOS; MENEGUIM; NEVES, 2005). Apesar de o algodão e o milho serem plantas totalmente diferentes, o algodão, no momento da formação de capulhos, aloca suas reservas fotossintéticas para a formação de celulose (TAIZ; ZEIGER, 2004). Portanto, uma possível explicação para o percentual de adultos defeituosos é a falta de açúcares prontamente disponíveis nas folhas.

Contudo, considerando todos os defeitos ocorridos em adultos, nas suas asas (leves, médios e graves), observados nesta pesquisa (83%) no tratamento (G), o valor está muito acima do registrado na pesquisa com *S. eridania* em algodoeiro. Rood et al. (1990) discutem que as giberelinas promovem um melhor metabolismo da planta, ou seja, para que haja uma maior área foliar e peso foliar, as reservas fotossintéticas são convertidas em celulose.

De maneira inversa à correlação negativa encontrada para peso seco foliar e razão sexual, para o peso seco foliar e o total de ovos ocorre uma correlação positiva, pois, no tratamento (H+G) têm-se o maior peso seco foliar (a) (Tabela 3), a maior altura de plantas (a) (Tabela 3) e o segundo maior valor para o total de ovos (ab) (Tabela 4).

Uma possível conclusão relacionada a este fato é a de que, passados os primeiros dias de aclimação dos insetos com este tipo de dieta, eles vão degradar o provável maior teor de celulose (DOWD; JONHSON, 2009), converter isso em reservas e tais reservas, na fase adulta, podem ser convertidas em ovos.

Não se pode afirmar, portanto, que a aplicação de ácido giberélico contribua para a absorção de silício. Apesar de, neste estudo, ter sido verificado que o tratamento (G) apresentou o maior teor de silício foliar (Tabela 3), os tratamentos (G+Si) e (H+G+Si) se enquadraram no terceiro e no quarto grupo de menor teor de silício foliar (abc e bc) (Tabela 3). Portanto, a absorção de silício está mais vinculada à herbivoria, tratamentos (H) e (H+Si), pois se enquadraram no primeiro e no segundo grupo de maior teor de silício foliar (ab) (Tabela3).

Esse resultado contraria a hipótese de Ma et al. (2007) e a possível correlação deste trabalho com o trabalho de Zimmermann, Sakai e Hochholdinger (2010) de que o aumento radicular ligado à giberelina promoveria um aumento no teor de silício absorvido e, portanto, esta uma hipótese válida apenas para arroz. Portanto, a hipótese de Massey, Ennos e Hartley (2007), de que a absorção de silício está ligada à fisiologia do estresse com as injúrias nos tecidos, é a que foi evidenciada neste trabalho.

Quanto ao percentual de adultos defeituosos, se este é causado por peroxidases vinculadas ao silício ou peroxidases catiônicas vinculadas à giberelina (SOUZA; MacADAM, 2001; DOWD; JONHSON, 2005; HISANO; NANDAKUMAR; WANG, 2009) ou a esteroides provocados por reações da

giberelina (MACHÁČKOVA; VÁGNER; SLÁMA, 1995), nada se pode afirmar, sendo uma área ainda a ser explorada.

#### **4.3 Correlações entre peso seco foliar, razão sexual e total de ovos**

A correlação negativa entre peso seco foliar e razão sexual pode ser explicada pelo fato de que machos têm capacidade digestiva melhor do que as fêmeas, fato evidenciado no trabalho de Parshley, Hardy e Hammond (1995) (Tabela 1), em que o peso pupal dos machos da população oriunda do arroz e criada em capim-bermuda foi maior. O mesmo não foi encontrado nos trabalhos mais atuais, como o de Santos, Meneguim e Neves (2005), em algodoeiro, planta produtora de celulose.

Dessa forma, os tratamentos com ácido giberélico promovem um aumento da altura de plantas e um aumento do peso foliar e esses aumentos podem promover, no início da alimentação das lagartas, uma provável seleção da *S.frugiperda* para machos, como discutido anteriormente para altura, devido aos possíveis maiores teores de celulose nas folhas.

Com relação à correlação entre peso seco de folhas e total de ovos, o que, possivelmente, se pode afirmar é o que foi dito no último parágrafo do item 4.1, o que levanta uma provável hipótese de uma correlação entre peso de folhas e altura.

## **5 CONCLUSÕES**

A aplicação de ácido giberélico promove um aumento da altura, da área foliar e do peso seco foliar das plantas de milho e esse aumento pode promover, no início da alimentação das lagartas, uma seleção para machos.

A aplicação de ácido giberélico não contribui para a absorção de silício, a qual está mais vinculada à herbivoria.

## REFERÊNCIAS

AUGER, D.L.; PETERS, E.M.; BIRCHLER, J.A. A Genetic Test of Bioactive Gibberelins as Regulators of Heterosis in Maize. **Journal of Heredity**, Newport, v.96, n.5, p.614-617, Sept./Oct. 2005.

BANDONG, J.P.; LITSINGER, J.A. Rice crop stage susceptibility to the rice yellow stem borer *Scirpophaga incertulas* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). **International Journal of Pest Management**, London, v. 51, n.1, p. 37-43, Mar. 2005.

BUSATO, G.R. et al. Biologia comparada de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de milho e arroz. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.5, p.743-750, Sept./Oct. 2005.

CARROLL, J.M. et al. Attraction of *Spodoptera frugiperda* Larvae to Volatiles from Herbivore-Damaged Maize Seedlings. **Journal of Chemical Ecology**, Dordrecht, v. 32, n.9, p. 1.911-1.924, Sept. 2006.

CRUZ, I. et al. **Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2008. 192 p.

DIEZEL, C. et al. Different Lepidopteran Elicitors Account for Cross-Talk in Herbivory-Induced Phytohormone Signaling. **Plant Physiology**. Waterbury, v. 150, n.3, p.1.576-1.586, July 2009.

DJAMIN, A.; PATHAK, M. D. Role of Silica in Resistance to Asiatic Rice Borer, *Chilo suppressalis* (Walker), in Rice Varieties. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.60, n.2, p. 347-351. Apr. 1967.

DOWD, F.P. Enhanced maize (*Zea mays* L.) pericarp browning: associations with insect resistance and involvement of oxidizing enzymes. **Journal of Chemical Ecology**, Dordrecht, v.20, n.11, p.2.777-2.803. Nov. 1994.

DOWD, F.P.; JOHNSON, E.T. Association of a Specific Peroxidase Isozyme with Maize Stress and Disease Resistance Responses, Genetic Identification,

and Identification of a cDNA Coding for the Isozyme. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.53, n.11, p. 4.464-4.470. June 2005.

DOWD, F.P.; JOHNSON, E.T. Differential resistance of switchgrass *Panicum virgatum* L. lines to fall armyworms *spodoptera frugiperda* (J.E.Smith). **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v.56, n.8, p. 1.077-1.089, Dec. 2009.

FERREIRA,D.F. **Estatística Básica**, 2<sup>a</sup> ed. rev. Lavras: Ed. UFLA, 2009. 664p.

GOUINGUENÉ, S.; ALBORN, H.; TURLINGS, T.C.J.; Induction of volatile emissions in maize by different larval instars of *Spodoptera litoralis*. **Journal of Chemical Ecology**, Dordrecht, v. 29, n. 1, p.145-162, Jan. 2003.

GOUSSAIN, M.M. et al.Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.2, p.305-310, Apr./June 2002.

GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.69, n.4, p.487-488, Aug. 1976.

GRÜTZMACHER, A.D. et al.Consumo foliar de cultivares de arroz irrigado por *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, Londrina, v.28, n.3, p.519-525. Set. 1999.

HISANO, H.; NANDAKUMAR, R.; WANG, Z. Genetic modification of lignin biosynthesis for improved biofuel production. **In Vitro Cell & Developmental Biology-Plant**, Columbia, v. 45, n.3, p.306-313, June 2009.

KARAHARA, I.; MATSUDA, K.; HONMA, Y. Effects of ethylene on the production, elongation, and differentiation of endodermal cells in maize primary root: An integrative analysis of the developmental process of a particular cell type. **Plant Root**, Gofuku, v. 2, p.29-37, June 2008.

KEEPING, M.G.; MEYER, J.H. Silicon-mediated resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae): effects of silicon source and cultivar. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 130, n. 8, p.410-420, Sept. 2006.

KIMURA, K.;YAMASAKI,S. Acurate root length and diameter measurement using NJH Image: use of Pythagorean distance for diameter estimation. **Plant and Soil**, New York, v. 254, n.2, p. 305-315, July 2003.

KORNDÖRFER,G.H.; FERREIRA.H.S.; NOLLA.A. **Análise de silício:** solo, planta e fertilizante. Uberlândia: GPSi,ICIAG,UFU,2005.34p. (Boletim técnico, 2).

KVEDARAS, O.L. et al. Laval performance of the pyralid borer *Eldana saccharina* Walker and stalk damage in sugarcane: Influence of plant silicon, cultivar and feeding site. **International Journal of Pest Management**, London, v.53, n. 3, p.183-194, July 2007.

LAWRENCE, S.D.; NOVAK, N.G. Maize genes induced by herbivory and volicitin. **Journal of Chemical Ecology**, Dordrecht, v.30, n. 12, p. 2.543-2.557, Dec. 2004.

MA, F.J. et al. Genotypic Diference in Silicon Uptake and Expression Of Silicon Transporter Genes in Rice. **Plant Physiology**, Waterbury, v.145, n.3, p.919-924, Nov. 2007.

MA, J. F. et al. Role of roots hairs and lateral roots in silicon uptake by rice. **Plant Physiology**, Waterbury, v.127, n.4, p.1773-1780, Dec. 2001.

MACHÁČKOVA, I. VÁGNER, M. SLÁMA, K. Comparisson between the effects of 20-hydroxyecdysone and phytohormones on growth and development in plants. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 92, n.1, p. 309-316, Feb.1995.

MASSEY, F.P.; ENNOS, R.A.; HARTLEY, S.E. Herbivore specific induction of silica-based plant defences. **Oecologia**, London, v. 152, p. 677-683, Mar. 2007.

MITHÖFER, A.; BOLAND, W. Recognition of Herbivory-Associated Molecular Patterns. **Plant Physiology**, Waterbury, v.146, p.825-831, Mar. 2008.

MORAES, J.C.; GOUSSAIN, M.M.; CARVALHO, G.A.; COSTA, R.R. Feeding non-preference of the corn leaf aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Homoptera: Aphididae) to corn plants (*Zea mays* L.) treated with silicon. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.761-766, jul./ago. 2005.

O'NEAL, M.E.; LANDIS, D.A.; ISAACS, R. An Inexpensive Accurate Method for Measuring Leaf Area and Defoliation Through Digital Image Analysis. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.95, n.6, p.1190-1194, Dec. 2002.

PARSHLEY, D.P.; HARDY, T.N.; HAMMOND, A.M.; Host Effects on Developmental and Reproductive Traits in Fall Armyworm Strains (Lepidoptera Noctuidae) **Annals of Entomological Society of America**, Lanham, v. 88, p.748-755, Nov.1995.

PEIFFER, M.; FELTON, G.W.; Do Caterpillars Secrete “Oral Secretions”? **Journal of Chemical Ecology**, Dordrecht, v. 35, n.3 p. 326-335, Mar. 2009.

PINTO, A. de S.; PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N. de; **Guia Ilustrado de Pragas e Insetos Benéficos do Milho e Sorgo** Piracicaba: PLD, 2004. 108p.

RAIJ, B. van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, SP: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, n.100).

REYNOLDS, O. L.; KEEPING, M.G.; MEYER, J.H. Silicon-augmented resistance of plants to herbivorous insects: a review. **Annals of Applied Biology**, Malden, v.155, n.2, p.171-186, Oct. 2009.



RIBEIRO,A.C.; GUIMARÃES,P.T.G.; ALVAREZ,V.V.H. **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

ROOD, S.B.; BLAKE, T.J.; PHARIS, R.P. Gibberellins and Heterosis in maize, II. response to gibberellic acid and metabolism of [<sup>3</sup>H] gibberellins A<sub>20</sub>. **Plant Physiology**, Waterbury, v.71, n.3, p. 645-651, Mar. 1983.

ROOD,S.B. et al. Gibberellins and Heterosis in maize: Quantitative Relationships. **Crop Science**, Madison, v. 30, n.2, p.281-286, Mar./Apr. 1990.

ROOD,S.B. et al. Gibberellins and Heterosis in Sorghum. **Crop Science**, Madison, v. 32, n.3, p.713-717, May/June 1992.

ROSS, J.; O'NEILL, D. New interactions between classical plant hormones. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 6, n.1. p.2-4, Jan. 2001.

SANTOS, K.B.; MENEGUIM, A.M.; NEVES, P.M.O.J. Biologia de Spodoptera eridania (Cramer)(Lepidoptera:Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n.6, p.903-910, Nov./Dec. 2005.

SOUZA, I. R.P. de; MacADAM, J. Gibberellic acid and dwarfism effects on the growth dynamics of B73 maize (Zea mays L.) leaf blades: a transient increase in apoplastic peroxidase activity precedes cessation of cell elongation. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.52, n.361, p. 1.673-1.682, Aug. 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

VIRLA, E.G. et al. Fall armyworm strains (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina, their associate host plants and response to different mortality factors in laboratory. **The Florida Entomologist**, Lutz, v.91, n.1, p.63-69, Mar. 2008.

WHITE, C. N.; PROEBSTING, W.M.; HEDDEN, P.; RIVIN, C.J. Gibberellins and Seed Development in Maize. I. Evidence That Gibberellin/Abscisic Acid Balance Governs Germination versus Maturation Pathways. **Plant Physiology**, Waterbury, v.122, n.4, p.1.081-1.088, Apr. 2000.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of Rice Crop Science** Los Baños: Philippines: International Rice Research Institute, 1981. 269p.

YU, S.J.; NGUYEN, S.N.; ABO-ELGHAR, G.E. Biochemical characterization of insecticide resistance in the fall armyworm. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Amherst, v.77, n.1, p.1-11, Sept. 2003.

ZENKER, M.M.; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. Estágios imaturos de *Spodoptera cosmoniodes* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae) **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.24, n.1, p. 99-107, mar. 2007.

ZIMMERMANN, R.; SAKAI, H.; HOCHHOLDINGER, F. The gibberelic acid stimulated-like gene family in maize and its role in lateral root development. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 152, p.356-365, Jan. 2010.

TABELA 2 Viabilidade larval e pupal, duração das fases larval e pupal, peso larval aos dez dias e peso de pupas 24 horas após empupamento ( $m \pm EP$ ) de *Spodoptera frugiperda* nas condições de  $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas em função dos tratamentos com silício(Si), pré herbivoria (H) e aplicação de ácido giberélico (G) em plantas de milho.

Tratamento	Viabilidade larval (%) <sup>2</sup>	Duração larval (dias) <sup>1</sup>	Peso larval aos 10 dias (mg) <sup>2</sup>	Viabilidade pupal (%) <sup>2</sup>	Duração pupal (dias) <sup>2</sup>	Peso pupal às 24 hs (mg) <sup>1</sup>
Testemunha	86,00 $\pm$ 5,41	21,21 $\pm$ 0,27 ab	146,60 $\pm$ 15,30	93,27 $\pm$ 3,93	9,68 $\pm$ 0,30	175,74 $\pm$ 9,30 ab
Si	78,00 $\pm$ 5,41	20,53 $\pm$ 0,27 ab	147,70 $\pm$ 15,30	89,56 $\pm$ 3,93	9,55 $\pm$ 0,30	176,98 $\pm$ 9,30 ab
H	77,60 $\pm$ 5,41	20,59 $\pm$ 0,27 ab	119,40 $\pm$ 15,30	92,14 $\pm$ 3,93	9,82 $\pm$ 0,30	199,31 $\pm$ 9,30 a
G	85,30 $\pm$ 5,41	21,54 $\pm$ 0,27 a	113,30 $\pm$ 15,30	87,61 $\pm$ 3,93	9,08 $\pm$ 0,30	183,04 $\pm$ 9,30 ab
H+Si	88,00 $\pm$ 5,41	20,17 $\pm$ 0,27 b	92,70 $\pm$ 15,30	93,00 $\pm$ 3,93	9,56 $\pm$ 0,30	180,69 $\pm$ 9,30 ab
H+G	76,00 $\pm$ 5,41	21,17 $\pm$ 0,27 ab	104,60 $\pm$ 15,30	93,05 $\pm$ 3,93	9,29 $\pm$ 0,30	186,05 $\pm$ 9,30 ab
G+Si	90,00 $\pm$ 5,41	20,81 $\pm$ 0,27 ab	120,40 $\pm$ 15,30	76,94 $\pm$ 3,93	8,98 $\pm$ 0,30	178,77 $\pm$ 9,30 ab
H+G+Si	80,00 $\pm$ 5,41	20,25 $\pm$ 0,27 b	141,40 $\pm$ 15,30	89,11 $\pm$ 3,93	9,51 $\pm$ 0,30	147,07 $\pm$ 9,30 b
$p \leq_3$	0,42	$1,30 \cdot 10^{-2}$	0,13	0,34	0,78	$3,90 \cdot 10^{-2}$
$F_4$	1,04	3,08	1,73	1,19	0,56	2,453
$CV_5$	14,49	2,98	27,89	12,45	9,22	11,56
gl	39	39	39	39	39	39

<sup>1</sup>Médias seguidas pelo mesmas letras em cada coluna não diferem pelo teste de Tukey à 5 %.

<sup>2</sup>Médias não significativas pelo teste de Tukey à 5% .

<sup>3</sup>Valores da probabilidade de significância do teste F.

<sup>4</sup>Valores do teste F.

<sup>5</sup>Coefficiente de Variação

TABELA 3 Consumo foliar 10 dias de experimento e total de *Spodoptera frugiperda* nas condições de 25±°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas, peso seco foliar, área foliar, teor de silício foliar na matéria seca, altura e razão de comprimento radicular (RCR) de plantas aos 40 dias após a emergência (m+EP) em função dos tratamentos com silício(Si), pré herbivoria(H) e aplicação de ácido gibereólico(G) em plantas de milho.

Tratamento	Consumo foliar aos 10 dias (dm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Consumo foliar total em (dm <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	Peso seco foliar em (g) <sup>1</sup>	Área foliar de plantas (dm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Teor de Si foliar (%) <sup>1</sup>	Altura de plantas (dm) <sup>1</sup>	Comprimento de raízes (m) <sup>2</sup>
Testemunha	0,42±0,03 ab	2,39±0,20	2,18±0,24 ab	7,57±0,85 ab	0,14±0,10 c	6,40±0,20 bc	1,73±1,46
Si	0,43±0,03 ab	2,66±0,20	1,53±0,24 b	6,14±0,85 b	0,97±0,13 a	6,34±0,20 bc	2,27±1,46
H	0,36±0,03 ab	2,92±0,20	1,71±0,24 b	6,72±0,85 b	0,89±0,10 a	5,26±0,20 de	3,98±1,46
G	0,34±0,03 ab	2,45±0,20	2,12±0,24 ab	7,24±0,85 ab	0,98±0,10 a	7,24±0,20 ab	4,93±1,46
H+Si	0,45±0,03 ab	2,32±0,20	1,95±0,24 ab	6,99±0,85 ab	0,77±0,10 ab	5,12±0,20 e	6,41±1,46
H+G	0,33±0,03 b	2,29±0,20	3,06±0,24 a	10,69±0,85 a	0,47±0,10 bc	7,44±0,20 a	6,88±1,46
G+Si	0,42±0,03 ab	2,27±0,20	2,46±0,24 ab	7,64±0,85 ab	0,53±0,10 abc	6,20±0,20 cd	7,44±1,46
H+G+Si	0,49±0,03 a	2,29±0,20	2,64±0,24 ab	8,63±0,85 ab	0,50±0,10 bc	7,72±0,20 a	6,54±1,46
p <sub>≤3</sub>	0,03	0,39	2,49.10 <sup>-3</sup>	0,02	5,85.10 <sup>-5</sup>	2,61.10 <sup>-10</sup>	0,06
F <sub>4</sub>	2,57	1,09	4,11	2,76	6,82	21,07	2,20
CV <sub>5</sub>	19,24	19,86	24,92	24,66	36,76	7,24	65,08
gl	39	39	39	39	37	39	39

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna não diferem pelo teste de Tukey à 5 %.

<sup>2</sup>Médias não significativas pelo teste de Tukey à 5% .

<sup>3</sup>Valores da probabilidade de significância do teste F.

<sup>4</sup>Valores do teste F.

<sup>5</sup>Coefficiente de Variação

TABELA 4 Porcentagem de adultos defeituosos, razão sexual de adultos, períodos de pré-oviposição, oviposição, viabilidade da 1ª-postura, e número total de ovos de *Spodoptera frugiperda* nas condições de 25±°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas, (m±EP)em função dos tratamentos com silício(Si), pré- herbivoria(H) e aplicação de ácido giberélico(G) em plantas de milho.

Tratamento	Adultos defeituosos (%) <sup>1</sup>	Razão Sexual <sup>1</sup>	Período de pré-oviposição (dias) <sup>1</sup>	Período de oviposição (dias) <sup>1</sup>	Viabilidade da 1ª postura (%) <sup>1</sup>	Total de Ovos <sup>1</sup>
Testemunha	9,16±8,62 c	0,376±0,04 ab	2,00±0,28 b	3,80±0,45 ab	86,30±5,37 ab	975,40±85,15 a
Si	68,80±8,62 a	0,622±0,04 a	2,00±0,28 b	2,00±0,51 ab	91,98±5,37 ab	428,00±85,15 bc
H	63,42±8,62 ab	0,433±0,04 ab	1,80±0,28 b	3,00±0,45 ab	82,38±5,37 ab	459,80±85,15 bc
G	83,00±8,62 a	0,415±0,04 ab	2,20±0,28 b	2,00±0,45 ab	72,11±5,37 b	554,60±85,15 bc
H+Si	64,44±8,62 ab	0,313±0,04 b	2,00±0,28 b	4,30±0,59 a	98,64±5,37 a	302,60±85,15 c
H+G	50,50±8,62 ab	0,393±0,04 ab	2,00±0,28 b	3,60±0,45 ab	84,01±5,37 ab	758,20±85,15 ab
G+Si	56,00±8,62 ab	0,316±0,04 b	2,00±0,28 b	4,80±0,45 a	98,71±5,37 a	684,20±85,15 abc
H+G+Si	26,50±8,62 bc	0,396±0,04 ab	3,60±0,28 a	1,80±0,45 b	94,58±5,37 ab	597,60±85,15 abc
p <sub>≤2</sub>	1,81.10 <sup>-5</sup>	1,50.10 <sup>-2</sup>	2,40.10 <sup>-3</sup>	3,03.10 <sup>-4</sup>	2,00.10 <sup>-3</sup>	1,31.10 <sup>-4</sup>
F <sub>3</sub>	7,72	2,99	5,75	5,75	4,18	6,15
CV <sub>4</sub>	36,59	30,5	28,74	35,22	13,39	31,9
gl	39	39	39	36	39	39

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesmas conjunto de letras em cada coluna não diferem pelo teste de Tukey à 5 %.

<sup>2</sup>Valores da probabilidade de significância do teste F.

<sup>3</sup>Valores do teste F.

<sup>4</sup>Coefficiente de Variação

TABELA 5 Correlações lineares não paramétricas de Spearman, entre alguns aspectos da biologia de *S.frugiperda* e aspectos da morfologia e fisiologia das plantas de milho (altura de plantas (cm), peso seco foliar(g) e teor de silício foliar(%)), nas condições de 25±°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas.

Aspectos avaliados	Duração larval (dias)	Peso pupal às 24 hs (mg)	Adultos defeituosos (%)	Total de ovos	Razão Sexual
Altura de Plantas (cm)	0,26*	-0,12	-0,25	0,42**	-0,01
$p \leq$	0,05	0,13	0,06	$2,00 \cdot 10^{-3}$	0,47
Teor Si foliar(%)	-0,22	0,20	0,65***	-0,60***	0,30*
$p \leq$	0,08	0,10	$3,53 \cdot 10^{-6}$	$2,56 \cdot 10^{-5}$	0,03
Peso seco foliar(g)	0,19	-0,02	-0,14	0,42**	-0,31*
$p \leq$	0,11	0,44	0,17	$3,00 \cdot 10^{-3}$	0,02

$p \leq$ (valores da probabilidade de significação segundo o teste de Student),

\*( $p \leq 0,05$ ); \*\*( $p \leq 0,01$ ), \*\*\*( $p \leq 0,001$ )