

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL E**  
**PROTEÇÃO DE PLANTAS**

**TIAGO JORGE DE ARAUJO BARBOSA**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NO**  
**DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)**  
**(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO (*Zea mays*) (Poaceae)**

**RIO LARGO**  
**2011**

**TIAGO JORGE DE ARAUJO BARBOSA**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NO  
DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO (*Zea mays*) (Poaceae)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFAL - Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal e Proteção de Plantas.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sônia Maria Forti Broglio

**RIO LARGO  
2011**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

**Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale**

- B238e    Barbosa, Tiago Jorge de Araujo.  
          Efeito da aplicação de silicato de cálcio e magnésio no desenvolvimento biológico de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera : Noctuidae) em milho *Zea mays* L. (Poaceae) / Tiago Jorge de Araujo Barbosa. ó 2011. 59 f. : il. tabs.
- Orientadora: Sônia Maria Forti Broglio Micheletti.  
Dissertação (mestrado em Agronomia : Produção Vegetal e Proteção de Plantas) ó Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2011.
- Inclui bibliografia e anexos.
1. Milho ó Cultura. 2. Pragas agrícolas. 3. Lagarta-do-cartucho. 4. Injúrias.  
I. Título.

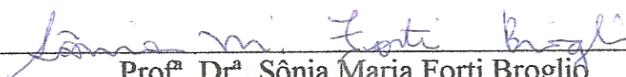
CDU: 633.15

## TERMO DE APROVAÇÃO

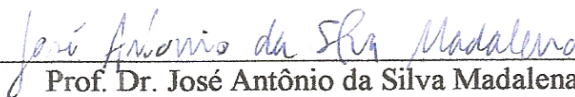
### EFEITO DA APLICAÇÃO DE SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NO DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO (*Zea mays*) (Poaceae)

**TIAGO JORGE DE ARAUJO BARBOSA**  
(Matrícula 09230019)

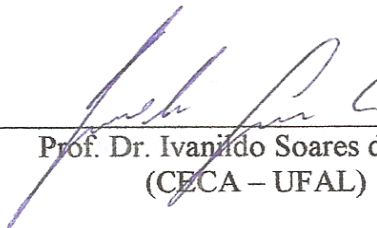
Dissertação apresentada e avaliada pela banca examinadora em 05 de outubro de 2011, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal e Proteção de Plantas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.



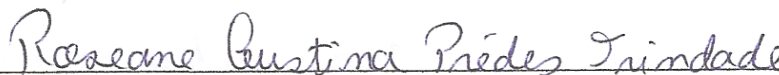
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sônia Maria Forti Brogli  
(Orientadora/CECA – UFAL)



Prof. Dr. José Antônio da Silva Madalena  
(IFAL)



Prof. Dr. Ivanildo Soares de Lima  
(CECA – UFAL)



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Roseane Cristina Prêdes Trindade  
(CECA – UFAL)

*Aos meus pais, José Ferreira Barbosa e Severina de Araujo Barbosa,*

*pelos ensinamentos a mim conferidos e pelo incondicional incentivo à  
educação;*

*À minha amada esposa, Willyane dos Santos Barbosa,*

*por não ter sido apenas esposa e amiga, mas por se dedicar  
incessantemente a realização dos nossos projetos.*

*Ao meu amado e querido filho, Tiago Vinicius dos Santos Barbosa,*

*por representar a imagem de Deus em minha vida e oportunizar-me ao dom  
de ser pai.*

***Dedico***

## **AGRADECIMENTOS**

*Ao meu bom Deus pelo dom da vida e por colocar em meu caminho, pessoas maravilhosas que me deram amor e me ajudaram nas horas que mais precisei.*

*À Universidade Federal de Alagoas, por meio do programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal e Proteção de Plantas), pela oportunidade concedida para a realização de meu curso de Pós-Graduação.*

*Em especial à Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Sônia Maria Forti Broglio, pela orientação, amizade e pelo apoio a mim dedicado.*

*À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas, pela concessão da bolsa para realização do curso.*

*Aos companheiros que me ajudaram na execução deste trabalho: Adriano Jorge Nunes dos Santos, Leilianne Alves de Souza, Edna Aristides Teixeira, Emerson dos Santos Ferreira, Marcílio de Souza Silva e Nayane Michelle Bezerra dos Santos.*

*Aos colegas do Laboratório de Entomologia: Ellen Carine Neves Valente, Djison Silvestre dos Santos, Jakeline Maria dos Santos e Simone Costa da Silva, pela convivência e aprendizado.*

*Ao Coordenador do Mestrado em Produção Vegetal e Proteção de Plantas Prof. Dr. Eurico Lemos.*

*Aos Professores: Dra. Edna Peixoto da Rocha Amorim, Dr. Gaus Silvestre de Andrade, Dr. Paulo Vanderlei Ferreira, Dr. Paulo Vieira e Dra. Vilma Marques Ferreira, pelos ensinamentos transmitidos.*

*Aos Secretários do Mestrado, Rinaldo Barros Soares e Marcos Antonio Lopes por toda dedicação e apoio.*

*Aos componentes da Banca examinadora: Prof. Dr. Ivanildo Soares de Lima, Prof. Dr. José Antônio da Silva Madalena e Prof. Dra. Roseane Cristina Prêdes Trindade, pelas contribuições.*

*Ao Prof. Me. Antônio Carlos de Lima Santos, pelo apoio e incentivo.*

*Ao Engenheiro Agrônomo Dr. José Wilson da Silva, pela contribuição na análise estatística dos dados.*

*À todos aqueles, Professores, funcionários e colegas, que direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho, muito obrigado.*

## RESUMO GERAL

BARBOSA, T. J. A. Universidade Federal de Alagoas, outubro de 2011. **Efeito da aplicação de silicato de cálcio e magnésio no desenvolvimento biológico de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho (*Zea mays*) (Poaceae).** Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sônia Maria Forti Broglio.

O estudo foi realizado visando avaliar o efeito de diferentes doses de silício, aplicado via solo, no desenvolvimento biológico de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Foi desenvolvido em duas etapas, sendo a primeira em telado e no Laboratório de Entomologia e a segunda em campo, ambos no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado e em blocos ao acaso, para a primeira e a segunda etapas, respectivamente. Em ambas foram utilizados cinco tratamentos, os quais foram representados por diferentes doses de silício (sem aplicação; 500kg.ha<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>; 1.000kg.ha<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>; 1.500kg.ha<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub> e 2.000kg.ha<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>) aplicados via solo com silicato de cálcio e magnésio a 10,5% em silício, divididos em duas aplicações. Na primeira etapa foram realizados testes para avaliar o desenvolvimento biológico (em casa-de-vegetação e no laboratório), com lagartas de primeiro ínstar provenientes da criação de manutenção, nas primeiras 24 horas após a eclosão. A segunda etapa foi realizada em campo numa área total de 128,5m<sup>2</sup>, dividida em quatro blocos, onde foram avaliadas as injúrias provocadas pela praga, em quatro épocas diferentes (15, 30, 45 e 60 dias após a emergência das plantas), a infestação e a produtividade. Para avaliação de injúrias, utilizou-se uma escala de notas proposta por CARVALHO, (1970). Os dados das notas, obtidas de quatro avaliadores, foram transformados em  $\sqrt{x + 1}$  e as médias submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Pelos resultados pode-se concluir que a aplicações de silicato de cálcio e magnésio em vasos em casa-de-vegetação, não interferiu no número de ínstars e nem na duração da fase larval e pupal. No entanto, todos os tratamentos que receberam silício interferem positivamente no peso e comprimento de lagartas de *S. frugiperda* no máximo desenvolvimento. As aplicações de silicato de cálcio e magnésio, em sulco no plantio e em cobertura, não interferem na produtividade e nem nas injúrias provocadas por *S. frugiperda* na cultura do milho. No entanto, observou-se que a porcentagem de infestação foi menor quando se utilizou 500kg.ha<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>, aos 15 e 45 DAE.

**Palavras-chave:** Plantas de milho, lagarta-do-cartucho, injúrias

## GENERAL ABSTRACT

BARBOSA, T.J.A. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS, October 2011. **Effect of calcium silicate and magnesium in biological development of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) on corn (*Zea mays*) (Poaceae).** Supervisor: Prof. Dr. Sônia Maria Forti Broglio.

The study was conducted to evaluate the effect of different doses of silicon, applied to the soil, in biological development of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1979) (Lepdoptera: Noctuidae). It was developed in two phases, the first one in a greenhouse and Laboratory of Entomology and the second one in a field, both at the Centre of Agricultural Sciences of Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL. The design experiment was completely randomized in blocks at random, for the first and second stages, respectively. Five were used in both treatments, which were represented by different doses of silicon (without application; 500kg.ha<sup>-1</sup> of SiO<sub>2</sub>; 1.000kg.ha<sup>-1</sup> of SiO<sub>2</sub>; 1.500kg.ha<sup>-1</sup> of SiO<sub>2</sub> and 2.000kg.ha<sup>-1</sup> of SiO<sub>2</sub>) applied to the soil with calcium silicate and magnesium 10.5% silicon, divided into two applications. The first step tests were performed to evaluate resistance (in greenhouse and in the laboratory), with firsts instar caterpillars from the creation of maintenance, in the first 24hours after the outbreak. The second step was performed in a total area of 128,5m<sup>2</sup>, divided into four blocks, where we evaluated the injuries caused by the plague in four different seasons (15, 30, 45 and 60 days after plants emergence), the infestation and productivity. To evaluate injury, we used a grading scale proposed by CARVALHO (1970). The note data obtained from four evaluations, were transformed in  $\sqrt{x + 1}$  and the medium subjected to the analysis of variance and compared by Tukey test at a significant level of 5%. For the results it is possible to end what to applications of silicate of calcium and magnesium in pots in house of vegetation, did not interfere in the number of instar and not even in the duration of the phase larval and pupal. However, all the treatments that received silicon interfere positively in the weight and length of caterpillars of *S. frugiperda* in the very development. The applications of silicate of calcium and magnesium, in furrow in the planting and in covering, do not interfere in the productivity and not even in the insults provoked for *S. frugiperda* in the culture of the corn. However, it was noticed that the percentage of infestation was small when it was used 500 kg.ha<sup>-1</sup> of SiO<sub>2</sub>, to the 15 and 45 DAE.

**Keywords:** Maize plants, caterpillar-the-cartridge, injuries



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	<b>Ciclo biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i>: (a) ovo, (b) lagarta, (c) pupa e (d) adulto.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 2.</b>	<b>Duração média para cada ínstar de <i>Spodoptera frugiperda</i> mantida em folhas de milho oriundas de plantas que receberam diferentes doses de adubação silicatada, em condições de laboratório (T: 24±2°C; UR: 80±10%; Fotofase: 12h). Rio Largo-AL, 2011.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 3.</b>	<b>Croqui da área experimental onde foram realizadas as avaliações. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, município de Rio Largo, Alagoas.....</b>	<b>49</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição dos constituintes presentes nas estruturas físicas do grão de milho.....	16
Tabela 2.	Duração média de dias ( $\pm$ EP) e número de instares de <i>Spodoptera frugiperda</i> mantida em folhas de milho oriundas de plantas que receberam adubação silicatada em diferentes doses, em condições de laboratório (T: $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ ; UR: $80\pm 10\%$ ; Fotofase: 12h). Rio Largo-AL, 2011.....	36
Tabela 3.	Peso e comprimento de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> no 6º instar (média $\pm$ EP), mantidas em folhas de milho oriundas de plantas que receberam adubação silicatada em diferentes doses, em condições de laboratório (T: $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ ; UR: $80\pm 10\%$ ; Fotofase: 12h). Rio Largo-AL, 2011.....	38
Tabela 4.	Duração da fase pupal, peso e comprimento de pupas (média $\pm$ EP) de <i>Spodoptera frugiperda</i> mantida em folhas de milho oriundas de plantas que receberam adubação silicatada em diferentes doses, em condições de laboratório (T: $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ ; UR: $80\pm 10\%$ ; Fotofase: 12h). Rio Largo-AL, 2011.....	39
Tabela 5.	Análise química do solo utilizado no experimento (profundidade de 0 a 20 cm).....	48
Tabela 6.	Avaliação de injúrias em plantas de milho atacadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> (Escala de notas de 0 a 5) (Carvalho, 1970).....	50
Tabela 7.	Médias de injúrias ( $\pm$ EP) provocadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> e porcentagem de infestação aos 15 dias após a germinação das plantas de milho. Rio Largo, AL, outubro de 2010/fevereiro de 2011.....	51
Tabela 8.	Médias de injúrias ( $\pm$ EP) provocada por <i>Spodoptera frugiperda</i> e porcentagem de infestação aos 30 dias após a germinação das plantas de milho. Rio Largo, AL, outubro de 2010/fevereiro de 2011.....	52
Tabela 9.	Médias de injúrias ( $\pm$ EP) provocadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> e porcentagem de infestação aos 45 dias após a germinação das plantas de milho. Rio Largo, AL, outubro de 2010/fevereiro de 2011.....	53

<b>Tabela 10.</b>	<b>Médias de injúrias (<math>\pm</math>EP) provocadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> e porcentagem de infestação aos 60 dias após a germinação das plantas de milho. Rio Largo, AL, outubro de 2010/fevereiro de 2011.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabela 11.</b>	<b>Médias das variáveis avaliadas na colheita do milho em experimento com aplicação de silício em sulco de plantio. Rio Largo, AL, outubro de 2010/fevereiro de 2011.....</b>	<b>55</b>

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	13
REVISÃO DE LITERATURA.....	15
Cultura do milho.....	15
Insetos-praga.....	17
Métodos de controle de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	20
O Silício.....	21
REFERÊNCIAS.....	24
<b>1 EFEITO DO SILÍCIO APLICADO VIA SOLO EM PLANTAS DE MILHO <i>ZEA MAYS</i> L. (POACEAE), NO DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DA LAGARTA-DO-CARTUCHO <i>SPODOPTERA FRUGIPERDA</i> (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), EM LABORATÓRIO.....</b>	<b>29</b>
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
1.1 Introdução.....	32
1.2 Material e Métodos.....	34
1.3 Resultados e Discussão.....	36
1.4 Conclusão.....	40
REFERÊNCIAS.....	41
<b>2 EFEITO DO SILÍCIO APLICADO VIA SOLO NO CONTROLE DE <i>SPODOPTERA FRUGIPERDA</i> (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM PLANTAS DE MILHO <i>ZEA MAYS</i> L. (POACEAE).....</b>	<b>43</b>
RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
2.1 Introdução.....	46
2.2 Material e Métodos.....	48

<b>2.3 Resultados e Discussão.....</b>	<b>51</b>
<b>2.4 Conclusão.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>60</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

O milho é considerado uma das plantas cultivadas mais antigas e um dos vegetais superiores mais estudados, ocorrendo praticamente em todo o mundo. É uma planta de ciclo vegetativo variado e possui caracterização genética mais detalhada dentre as culturas agrícolas. No Brasil se destaca como o cereal mais produzido, podendo ser cultivado em pequenas, médias e grandes propriedades (GUIMARÃES, 2007; FANCELLI E DOURADO NETO, 2000).

Apesar de está entre os principais produtores de milho do mundo, o Brasil não se destaca entre os países com maior nível de produtividade, fato que tem levado a inúmeras pesquisas com o objetivo de obter maiores produções e minimizar os danos provocados por insetos-praga, pois esses organismos limitam a produtividade (SILVA, 2009).

Dentre as pragas que atacam a cultura do milho, considera-se a mais importante a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), devido a sua ocorrência generalizada e ao potencial de ataque em todas as fases de desenvolvimento da planta, promovendo queda significativa no rendimento. Essa praga é distribuída em todas as regiões onde se cultiva o milho e o seu ataque pode reduzir a produção em grande escala (WAQUIL e VILELA, 2003)

A importância dessa praga se dá não somente pelos danos provocados, mas especialmente pela dificuldade do seu controle. No manejo da lagarta-do-cartucho a utilização de produtos químicos ainda é a principal tática recomendada, porém esses produtos acarretam diversos problemas, tais como intoxicação, aumento da mortalidade de animais, contaminação dos solos, das águas e dos alimentos com resíduos de pesticidas, um conjunto de ocorrências que afeta, direta e indiretamente, a saúde das comunidades envolvidas na produção de alimentos (ROEL, 2001; MARTINAZZO et al., 2007).

Esses produtos químicos além de agressivos ao ambiente, nem sempre são eficientes. Por isso, na busca por alternativas ao uso desses produtos, têm sido estudadas outras técnicas, como a utilização de inseticidas botânicos, cultivo de variedades resistentes, o controle biológico por predadores e parasitóides e, até mesmo a associação desses métodos de controle (MARTINAZZO et al., 2007; MARONEZE, 2009; FERNANDES, 2010).

Nesse contexto, a utilização de produtos naturais, como o silício, pode se tornar uma técnica viável de controle, isoladamente ou em associação com outros métodos. Estudos têm mostrado que o silício pode estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, uma vez que, devido à maior rigidez estrutural dos tecidos, as folhas ficam mais eretas, diminuindo, assim, o auto sombreamento. Além disso, atua como indutor de resistência contra fatores abióticos desfavoráveis, (como estresse hídrico, toxidez de alumínio e ferro, entre outros) e fatores bióticos (como a incidência de insetos-praga) (EPSTEIN, 1994; GOMES et al., 2005; GOMES et al., 2008).

Sua utilização é benéfica para muitas espécies vegetais, pois diminui a incidência de patógenos, aumentando na proteção contra herbívoros. O mecanismo de ação do silício a organismos-praga pode ser devido à formação de barreiras mecânicas e/ou pela alteração das respostas bioquímicas da planta ao ataque do parasita, aumentando a síntese de toxinas que podem agir como substâncias inibidoras ou repelentes (EPSTEIN, 1994; DANNON e WYDRA, 2004).

Devido à importância sócio-econômica da cultura do milho, à perda representativa de produtividade ocasionada pela lagarta-do-cartucho e às desvantagens de seu controle através do uso de inseticidas, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de produto a base de silício como alternativa de controle para lagarta-do-cartucho em cultura de milho.

O presente trabalho possui, além da revisão de literatura, dois capítulos. No primeiro, o objetivo foi avaliar, em casa-de-vegetação e em laboratório, o efeito do silício aplicado, via solo, no desenvolvimento biológico de *S. frugiperda*. Já no segundo capítulo, o objetivo foi avaliar, em campo, o efeito do silício aplicado no sulco de plantio e em cobertura, nas injúrias provocadas por *S. frugiperda*.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Cultura do milho

O milho é uma monocotiledônea, pertencente à família Poaceae, subfamília Penicoideae, Gênero *Zea*, espécie *Zea mays* L. É uma gramínea, inserida no grupo de plantas com metabolismo C-4 e com ampla adaptação a diferentes ambientes. O grão dessa espécie é um fruto, denominado cariopse, onde o pericarpo está fundido com o tegumento da semente propriamente dita (SALISBURY, 1994; FORNAZIERI FILHO, 2007).

Considerada uma das plantas cultivadas mais antigas e um dos vegetais superiores mais estudados, por possuir caracterização genética mais detalhada dentre as espécies cultivadas (Guimarães, 2007), o milho apresenta ciclo vegetativo variado, evidenciando desde cultivares extremamente precoces, com polinização podendo ocorrer 30 dias após a emergência, até mesmo aquelas cujo ciclo vital pode alcançar os 300 dias. As condições brasileiras fazem com que a cultura do milho apresente ciclo variável entre 110 e 180 dias, em função da caracterização dos cultivares (super precoce, precoce e normal), período esse compreendido entre a semeadura e a colheita (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), o ciclo da cultura compreende as seguintes etapas de desenvolvimento:

(a) *germinação e emergência*: período compreendido desde a semeadura até o efetivo aparecimento da plântula, o qual em função da temperatura e umidade do solo pode apresentar 5 a 12 dias de duração; (b) *período vegetativo*: período compreendido entre a emissão da segunda folha e o início do florescimento. Tal etapa apresenta extensão variável, sendo este fato comumente empregado para caracterizar os tipos de materiais genéticos (híbridos ou variedades) de milho, quanto ao comprimento do ciclo; (c) *florescimento*: período compreendido entre o início da polinização e o início da frutificação, cuja duração raramente ultrapassa 10 dias; (d) *frutificação*: período compreendido desde a fecundação até o enchimento completo dos grãos, sendo sua duração estimada entre 40 e 60 dias; (e) *maturidade*: período compreendido entre o final da frutificação e o aparecimento da “camada preta”, sendo este relativamente curto e indicativo do final do ciclo de vida da planta, denominado ponto de maturidade fisiológica.

É um dos cereais mais cultivados no mundo, sendo capaz de fornecer produtos utilizados para alimentação humana e animal, além de matérias-primas para indústrias; e uma cultura de relevante importância econômica, devido à área cultivada e o volume de



produção, sendo cultivado em pequenas, médias e grandes propriedades (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

O que pode justificar a ampla distribuição são algumas vantagens conferidas à cultura do milho, tais como: composição e valor nutritivo (Tabela 1), alta produção por unidade de trabalho e unidade de área, fonte de nutrição de fácil transporte, pequenas perdas de grãos causados por pássaros e chuvas, período longo de colheita e, ainda, permite o armazenamento (JONES, 1985).

Tabela 1: Composição dos constituintes presentes nas estruturas físicas do grão de milho.

Fração	% grão	Amido	Lipídeos	Proteínas	Minerais	Açúcares	Fibras
		% da parte (base seca)					
Endosperma	82	98	15,4	74	17,9	28,9	-
Gérmen	11	1,3	82,6	26	78,4	69,3	12
Pericarpo	5	0,6	1,3	2,6	2,9	1,2	54
Ponta	2	0,1	0,8	0,9	1,0	0,8	7,0

Fonte: Adaptado de Watson (2005)

No âmbito nacional, a cultura do milho pode ser considerada de elevada importância, tanto social quanto econômica. A importância social dessa cultura é respaldada por três evidências. A primeira a ser destacada é o fato de fazer parte do componente básico da dieta alimentar, principalmente entre a camada mais pobre da população; segunda, por ser produto típico do pequeno produtor rural; terceira, por ser componente da ração animal (podendo representar até 70% do custo da ração, tanto de aves como de suínos. No âmbito econômico, destaca-se por ocupar a segunda maior área cultivada e apresentar a segunda maior produção de grãos do país (FORNAZIERI FILHO, 2007).

Com produção em torno 57.514,1 mil toneladas de grãos referente a duas safras, normal e “safrinha”, numa área cultivada de aproximadamente 12.682,2 milhões de hectares, o milho apresenta a maior expressividade dentre os cereais cultivados no Brasil (CONAB, 2011). Mesmo estando entre os três principais produtores de milho do mundo, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e pela China (FORNAZIERI FILHO, 2007), o Brasil não se destaca entre os países com maior nível de produtividade. Isso acontece devido à grande parte da produção de milho no país ser oriunda de pequenas propriedades, onde os fatores sociais e à falta de informação a respeito de tecnologias disponíveis, limitam um maior índice produtivo (DUARTE, 2011).

Os resultados produtivos que essa cultura pode expressar vão além das expectativas. Um fato que pode ilustrar essa afirmativa foi o acontecido entre 1990 a 2003, onde o Brasil apresentou um crescimento de 124% na quantidade produzida de milho e um aumento de apenas 14% na área colhida. Esses valores indicam que o aumento na quantidade produzida deveu-se principalmente à elevação da produtividade, que teve um acréscimo de 97% no mesmo período. Isso se deve, em grande parte, ao papel exercido pelas novas tecnologias desenvolvidas pela pesquisa agropecuária na área de melhoramento e manejo da cultura (CUENCA et al., 2005).

As características fisiológicas que a cultura do milho apresenta lhe dão a condição de expressar altas taxas produtivas, já sendo obtidas produtividades superiores a 16 t, em concursos promovidos por órgãos de assistência técnica e extensão rural e empresas produtoras de sementes. No entanto, a média brasileira ainda é muito baixa, cerca de 3.646 kg/ha, apresentando grande potencial para alavancar os níveis de produtividade e lucratividade, isso a partir do momento que houver um aprimoramento dos sistemas de produção (EMBRAPA, 2009).

Diversos são os fatores responsáveis pela produtividade, mas certamente, os insetos-praga têm papel importante nesse processo, principalmente depois do início do cultivo do milho “safrinha”, ou segunda safra, que permitiu a continuidade e o desenvolvimento das pragas devido à permanência da cultura na área, praticamente todo o ano (FARIAS et al., 2001).

### **Insetos-praga**

Os insetos para serem considerados pragas devem atingir um nível populacional que causem danos à cultura e diminuam o rendimento dos grãos ou a qualidade do produto.

Ao longo dos anos os insetos-praga vêm coevoluindo com os seus hospedeiros, fazendo com que as melhorias nas cultivares vegetais levem a uma adaptação na biologia dos insetos (CRUZ, 2006). Sendo assim, é natural que problemas de ordem fitossanitária possam surgir e, muitos deles estão relacionados com o aparecimento de insetos em desequilíbrio populacional, prejudicando o desempenho da cultura (SILVA, 2009).

Na cultura do milho, diversos são os insetos considerados pragas, os quais são divididos em grupos. Segundo Gallo et al. (2002), existem quatro a serem descritos:

- 1) Praga das raízes: *Procornitermes striatus* (Hagen, 1958) (Isoptera: Termitidae) (cupim), *Astylus variegatus* Germar, 1824 (Coleoptera: Malyridae) (larva-angorá) e *Diloboderus abderus* Sturm., 1826 (Coleoptera: Melolonthidae) (coró);
- 2) Praga das folhas: *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (lagarta-do-cartucho), *Mocis latipes* (Guen., 1852) (Lepidoptera: Noctuidae) (curuquerê-dos-capinzais) e *Deois flavopicta* (Stal, 1858) (Hemiptera: Cercopidae) (cigarrinha-das-pastagens);
- 3) Praga dos colmos: *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) (elasma), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767) (Lepidoptera: Noctuidae) (lagarta-rosca) e *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (broca-da-cana-de-açúcar);
- 4) Praga das espigas: *Helicoverpa zea* (Bod., 1950) (Lepidoptera: Noctuidae) (lagarta-da-espiga) e *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) (percevejo-do-milho).

Entre as pragas mencionadas, a *S. frugiperda*, no estágio larval, é uma das que apresenta maior relevância para a cultura do milho, no Brasil. Essa larva se alimenta de todos os estádios de desenvolvimento da cultura, mas tem preferência por cartuchos de plantas jovens, podendo causar perdas significativas à produção (até 34%), caso não seja controlada (CRUZ, 1995).

Conforme relatado por Cruz (1995), *S. frugiperda* é considerada uma das mais importantes pragas do milho na Colômbia, Venezuela, Guatemala, México, Peru e Chile, sendo encontrada nas Américas e em algumas ilhas a Oeste da Índia. Nos Estados Unidos, os insetos sobrevivem durante o inverno nas regiões tropicais do sul da Flórida e Texas. Desses locais, as mariposas migram durante a primavera, verão e outono, podendo se deslocar a grandes distâncias, atingindo o Norte do país até o Canadá.

No Brasil, esse lepidóptero é popularmente conhecido como “lagarta-do-cartucho”, “lagarta-dos-milharais” ou “lagarta-militar”. Devido à alimentação diversificada e disponível o ano todo, e às condições climáticas favoráveis ao inseto, é encontrada em praticamente todos os Estados brasileiros (CRUZ, 1995; WAQUIL, 2007). Sua rápida distribuição é também influenciada pela alta capacidade de dispersão da forma adulta (SPARKS, 1979; JOHNSON, 1988). O inseto também ataca e causa danos a culturas como o algodão, arroz, alfafa, amendoim, abóbora, batata, couve, espinafre, feijão, repolho, sorgo, trigo e tomate (CRUZ e MONTEIRO, 2004).

Os primeiros adultos podem ocorrer após a emergência da planta e a frequência aumenta entre 10 e 41 dias após a emergência (DAE), quando a planta se encontra mais suscetível, ocorrendo diminuição considerável após 72 DAE (BEZERRA et al., 2002). Melo et al. (2006) relataram que, após a chegada dos primeiros indivíduos adultos na área,

a população permanece pequena por um curto período, aumentando rapidamente em seguida, até atingir o tamanho máximo, aproximadamente 25 a 30 DAE.

A *S. frugiperda* possui hábito alimentar diversificado, atacando diversos hospedeiros, no entanto, exibem evidente preferência por gramíneas, principalmente milho, trigo, sorgo e arroz. Alimenta-se em todas as fases de crescimento da cultura. Mesmo tendo preferência por cartuchos de plantas jovens, pode causar perdas significativas à produção, se não controlada. O dano na planta é causado pela lagarta e se caracteriza pelo ataque às folhas, raspando a área foliar durante os 1º e 2º ínstaes larvais. A partir do 3º ínstar a lagarta penetra no cartucho do milho perfurando e danificando as folhas por completo (LEIDERMAN e SAUER, 1953; CRUZ, 1995; FARINELLI e FORNAZIERI FILHO, 2006).

As mariposas ovipositam na página superior das folhas num total de cerca de 1500 ovos. Após três dias eclodem às lagartinhas que passam a alimentar-se, inicialmente, do córion dos ovos. Em seguida alimentam-se das folhas mais novas do milho, pois estas se apresentam mais tenras, raspando-as. Nessa fase atacam todas as folhas centrais, destruindo-as completamente. A duração do período larval é de 12 a 30 dias, dependendo da temperatura. Ao final dessa fase, a lagarta mede aproximadamente 50 mm. Apresenta coloração marrom-acinzentada no dorso, esverdeada na parte ventral e subventral, sendo que essa última parte apresenta manchas de coloração marrom-avermelhada até quase preta (Figura 1). Apresenta três linhas longitudinais branco-amareladas na parte dorsal do corpo. A cabeça é escura com estrias claras, formando um “Y” invertido (GALLO et al., 2002).

A densidade de larvas no cartucho é reduzida, o que se dá pelo fato de esse inseto apresentar comportamento canibal. Devido a isso, é comum encontrar-se apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho, podendo encontrar lagartas em diferentes ínstaes num mesmo cartucho, separadas pelas lâminas das folhas (FERNANDES, 2003; VALICENTE e TUELHER, 2009)

Findo o período larval, as lagartas penetram no solo, onde se transformam em crisálidas de coloração avermelhada, medindo cerca de 15 mm de comprimento. Esse período varia de 8 a 25 dias, logo após, emerge o adulto. A mariposa mede cerca de 35 mm de envergadura, sendo as asas anteriores pardo-escuras e as posteriores brancas acinzentadas (GALLO et al., 2002).

O ciclo biológico da *S. frugiperda*, durante a época mais quente do ano, por exemplo, numa temperatura média acima de 25 °C pode ser completado em menos de 30 dias, possibilitando que essa espécie tenha várias gerações durante o ano (RUBIN, 2009).

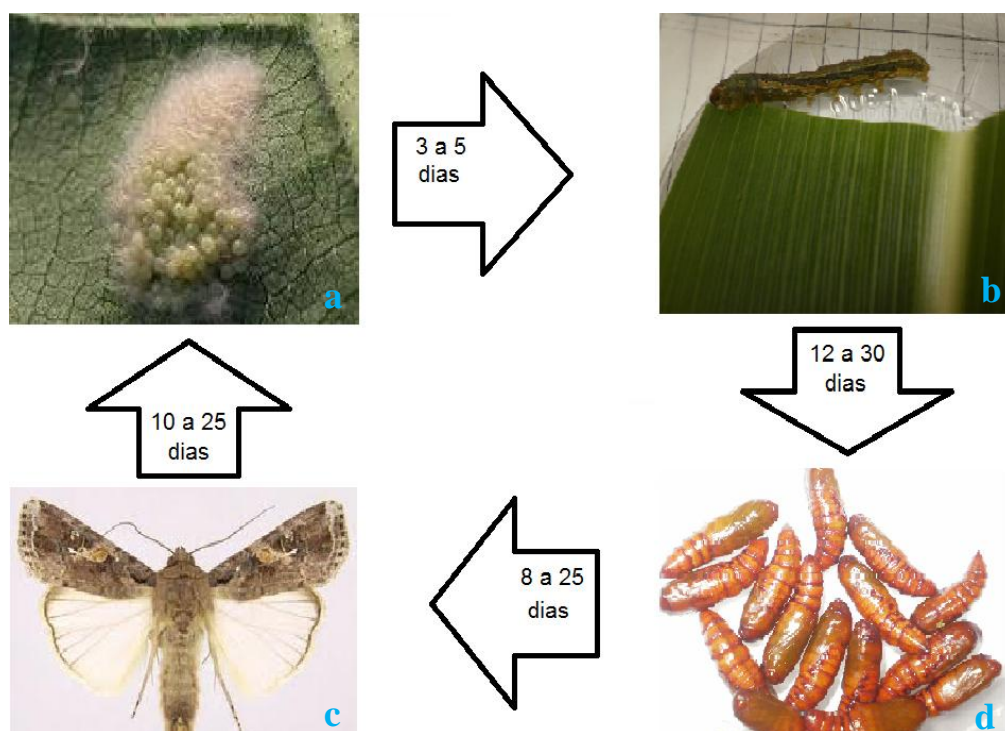


Figura 1: Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda*: (a) ovos, (b) lagarta, (c) pupas e (d) adulto.

### Métodos de controle de *Spodoptera frugiperda*

O controle de *S. frugiperda* atualmente tem sido realizado por meio da utilização de inseticidas sintéticos. Produtos a base de deltametrina são os mais usados para o controle dessa lagarta, sendo que, o uso destes produtos sintéticos possui um custo elevado de aplicação, com alto risco de toxicidade e de contaminação ambiental, causando desequilíbrio biológico (PRATES et al., 2003; ARAUJO et al., 2004).

Em virtude de constantes procuras por alternativas ao uso desses produtos, vários estudos têm sido realizados na busca de outras técnicas de controle, entre elas pode-se destacar a utilização de inseticidas botânicos, cultivo de variedades resistentes, o controle biológico por predadores e parasitoides, e também, a associação entre esses métodos de controle.

A indução de resistência às plantas utilizando-se de produtos naturais pode se tornar uma alternativa viável no manejo de organismos-praga. Estudos têm mostrado que o silício pode estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, propiciando proteção contra fatores abióticos, como estresse hídrico, toxidez de alumínio, ferro, entre outros, e bióticos, como a incidência de insetos-praga (EPSTEIN, 1994; FARIA, 2000; GOUSSAIN et al., 2002;). Assim sendo, o uso do silício na adubação da

cultura do milho, tende a elevar o grau de resistência das plantas e desta forma, reduzir a infestação e os prejuízos causados pela lagarta-do-cartucho.

### **O Silício**

O Silício (Si), depois do Oxigênio, é o elemento mais abundante na litosfera, representando 27,7% da crosta terrestre. Está presente em minerais primários, como Feldspato, Augita, Quartzo e Mica, e secundários, como Caulinita, Montmorilonita, Ilita e Clorita, todos com resistência diferente ao intemperismo, que alcança seu ponto máximo no Quartzo e mínimo no Feldspato (MALAVOLTA, 1980; RAIJ, 1991; EXLEY, 1998).

O óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) é o mineral mais abundante nos solos, constituindo a base da estrutura da maioria dos argilominerais. Entretanto, em razão do avançado grau de intemperização em que se encontram os solos tropicais, o Si é encontrado basicamente na forma de quartzo, opala e outras formas não-disponíveis às plantas (BARBOSA FILHO et al., 2001).

Um número grande de materiais tem sido utilizado como fonte de Si para as plantas, tais como: escórias de siderurgia, wollastonita, subprodutos da produção de fósforo elementar, silicato de cálcio, silicato de sódio, cimento, termofosfato, silicato de magnésio (serpentinito) e silicato de potássio.

As principais características de uma fonte de Si para fins de uso na agricultura são: alto conteúdo de Si solúvel, propriedades físicas adequadas, facilidade para a aplicação mecanizada, pronta disponibilidade para as plantas, baixo custo, relações e quantidades de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) equilibradas e ausência de metais pesados. Muitas escórias de siderurgia possuem tais características, e algumas delas são fontes promissoras de Si disponível (KORNDÖRFER et al., 2002).

As escórias da siderurgia são as fontes mais abundantes e baratas de silicatos. São originárias do processamento do ferro e do aço em altas temperaturas, geralmente acima de  $1400^\circ\text{C}$ , da reação do calcário (calcítico, magnesiano ou dolomítico) com a sílica presente no minério de ferro. Podem ser utilizadas como corretivos de solo e como fonte de Si e outros nutrientes. Os silicatos comportam-se de maneira similar aos carbonatos no solo e são capazes de elevar o pH, neutralizando o Al trocável e outros elementos tóxicos (ALCARDE, 1992; KORNDÖRFER et al., 2002).

O Si apesar de não ser essencial para o crescimento e desenvolvimento de plantas, está envolvido em funções físicas de regulação da transpiração e é capaz de ajustar uma

barreira de resistência mecânica visando principalmente, aumentar a resistência da planta ao ataque de pragas e doenças. Esses efeitos benéficos são atribuídos à alta acumulação de sílica nos tecidos da planta (EPSTEIN, 1999; FENG, 2004).

O processo de proteção mecânica que o silício provoca é conferido, sobretudo, ao seu depósito na forma de sílica amorfa ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) na parede celular do vegetal. O acúmulo de sílica nos órgãos de transpiração provoca a formação de uma dupla camada de sílica cuticular, que pela diminuição da transpiração faz com que a exigência de água pelas plantas seja menor (KORNDÖRFER et al., 2002).

Os limites para aplicação de silício ainda não foram alcançados. Segundo Körndorfer et al. (2002), não se constatou nenhum efeito tóxico deste insumo para as plantas. Assim, o limite acontece, considerando o efeito corretivo dos silicatos, quando a dose de silicatos provocar aumentos de pH e de saturação por bases acima dos valores desejados. Nesse caso, podem acontecer desequilíbrios nutricionais, principalmente de micronutrientes (cobre, ferro, zinco e manganês) e de fósforo.

Estudos realizados na África do Sul, mostraram que a aplicação de silicato de cálcio em cana-de-açúcar apresentou incrementos significativos na produção que variaram de 9 a 24t ha<sup>1</sup>. Nesse mesmo país, foi verificado que há associação entre a assimilação de silício e a resistência da planta à broca-da-cana, *Eldana saccharina* (Walker, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae). Embora as razões para a resposta da cana à aplicação de silício não terem sido totalmente estudadas, evidências indicam que as respostas na produção são atribuídas a vários fatores, incluindo a proteção à toxicidade de Al e Mn às pragas e doenças fúngicas, melhorando o uso e eficiência da água, aumentando a absorção de P e da fotossíntese através do uso mais efetivo da luz solar (MEYER e KEEPING, 2000a).

Em trabalho realizado por BLUM (1968), onde foram analisadas as características anatômicas de genótipos de sorgo quanto à resistência mecânica das plântulas à penetração de larvas da mosca *Atherigona varia soccata* (Rondani, 1871) (Diptera: Muscidae), observou que os genótipos resistentes caracterizaram-se por uma distinta lignificação, pela maior espessura das paredes celulares e pela presença de alta densidade de armações de silício na epiderme abaxial da base das bainhas das folhas.

A aplicação de silício na forma de pó seco, na cultura de batata inglesa, reduziu a densidade populacional de *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). Também a preferência de oviposição do gorgulho-das-pastagens *Listronotus bonariensis* (Kuschel, 1955) (Coleoptera: Curculionidae) foi afetada negativamente pela maior deposição de silício na superfície abaxial de folhas oriundas de

plantas de centeio tratadas com silicato de sódio (BARKER, 1989).

SAVANT et al., (1997) estudando os efeitos do silício na cultura do arroz, verificaram que a aplicação desse elemento aumenta o crescimento e o desenvolvimento da planta com correspondente acréscimo na produtividade, além de controlar várias enfermidades.

Foi observado por GOUSSAIN et al. (2002) alta taxa de mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* ao final do segundo ínstar, quando essas foram alimentadas com folhas de milho tratadas com silicato de sódio. Esses autores também constataram uma porcentagem oito vezes maior de canibalismo entre lagartas confinadas em folhas de plantas de milho tratadas com silício em relação àquelas lagartas que se alimentaram de folhas de plantas que não receberam esse elemento.



## REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. Boletim Técnico 6: Associação Nacional para Difusão de Adubos, São Paulo 1992.
- ARAUJO, R. A.; BADJI, C. A.; CORRÊA, A. S.; LADEIRA, J. A.; GUEDES, R. N. C. Impacto causado por deltametrina em coleópteros de superfície associado a cultura do milho em sistema de plantio direto e convencional. **Neotropical Entomology**, v.33, n.3, p.379-385, 2004.
- BARBOSA FILHO, M. P.; SNYDER, G. H.; FAGERIA, N. K.; DATNOFF, L. E.; SILVA, O. F. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:325-30, 2001.
- BARKER, G. M. Grass host preferences of *Listronotus bonariensis*. **Journal Economic Entomology**. v. 82, p.1807-1816, 1989.
- BEZERRA, E. B.; DIAS, C. T. S.; PARRA, J. R. P. Distribution and natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. **Florida Entomologist**, v.85, n.4, p.588-593, 2002.
- BLUM, A. Anatomical phenomena in seedlings of sorghum varieties resistant to the sorghum shoot fly *Atherigona varia soccata*. **Crop Science**, 8:388-391, 1968.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento: Acompanhamento da safra brasileira. Disponível em: Acesso em: 29/03/2011.
- CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Circular Técnica, 21. Sete Lagoas-MG: Embrapa, CNPMS. 45p., 1995.
- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; VIANA, P.A.; PAULA, L.A. Suscetibilidade de diferentes populações de *Spodoptera frugiperda* a inseticidas químicos. In: Anais do XXVI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Belo Horizonte, p.234, 2006.
- CRUZ, I.; MONTEIRO, M. A. R. Controle biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos de *Trichogramma pretiosum*. **Comunicado Técnico 114**: Embrapa Milho e Sorgo, 4p., 1ª edição, 2004.
- CUENCA, M. A. G.; NAZÁRIO, C. N.; MANDARINO, D. C. **Características e Evolução da cultura do milho no estado de Alagoas entre 1990 e 2003**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. P. 31, (Documentos/Embrapa Tabuleiros Costeiros).

DANNON, E. A.; WYDRA, K. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 64, n. 5, p. 233-243, May 2004.

DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. **Cultivo do milho: economia da produção**. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br>. Acesso em: 03/08/2011.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Sistema de produção 2: cultivo do milho. Versão eletrônica, 5ª edição, 2009. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_5\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/index.htm). Acesso em: 12/08/2011.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings National of Academy Science of the United State of América**, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, 1994.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology**. v. 50, p. 641-664, 1999.

EXLEY, C. Silicon in life: a bioinorganic solution to bioorganic essentiality. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 69, n. 3, p. 139-144, Feb. 1998.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, v. 8, 2000. 360p.

FARIA, R. G. **Influência do silicato de cálcio na tolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo**. Lavras, 2000, 47 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras.

FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Amostragem sequencial com base na lei de Taylor para levantamento de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Scientia Agricola**. v. 58, n. 2, p. 7-19, 2001.

FARINELLI, R; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. **Científica**, v. 34, n. 2, p.197-202, 2006.

FENG, M. J. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. **Soil Science and Plant Nutrition**. v. 50, n. 1, p. 11-18, 2004.

FERNANDES, M. A.; TOSCANO, C. L.; MOTA, M. S.; PACCIONE, F. V.; MARUYAMA, W. I.; MOREIRA, S. A. Comportamento de diferentes cultivares de milho frente ao ataque de *Spodoptera frugiperda* em associação com adubação silicatada. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. p. 282-287, 2010.

FERNANDES, O. D. **Efeito do milho geneticamente modificado (MON 810) em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e no parasitóide de ovos *Trichogramma* spp.** Piracicaba, 2003, 164 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Departamento de Entomologia ESALQ, Universidade de São Paulo.

FORNAZIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Funep, Jaboticabal-SP, 2007. 576p.

GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R. P. L., BAPTISTA, G. C., BERTI FILHO, E., PARRA, J. R. P., ZUCHHI, R. A., ALVES, S. B., VENDRAMIM, J. D., MARCHINI, L. C., LOPES, J. R. S., OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**. v. 37, n. 2, p.185-190, 2008.

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

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. 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**, v.31, n.2, p.305-310, 2002.

GUIMARÃES, P. S. **Desempenho de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.) e correlação entre heterose e divergência genética entre as linhagens parentais**. Campinas, 2007, 111p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas.

JOHNSON, S.J. Migration and life history strategy of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in the Western Hemisphere. **Insect Science and its application**, v.8, p.543-549, 1988.

JONES, C. A. **C4 grasses and cereals: growth, development, and stress response**. New York: Wiley, 1985.

KÖRNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Boletim Técnico n.1 - 2 ed. Universidade Federal de Uberlândia - Instituto de Ciências Agrárias - Uberlândia, MG, 2002b.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais *Laphygma frugiperda* (Abbot & Smith, 1797). **Biológico**, v. 19, n. 6, p. 105-13, 1953.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980, 251 p.

MARONEZE, D. M.; GALLEGOS, D. M. N. Efeito de extrato aquoso *Melia azedarach* no desenvolvimento das fases imatura e reprodutiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência Agrária**. v. 30, n. 3, p. 537-550, 2009.

MARTINAZZO, F.; PIETROWSKI, V.; CORDEIRO, E. S.; ECKSTEIN, B.; GRISA, S. Liberação de *Trichogramma pretiosum* para controle biológico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 2, n. 2, p. 1657-1660, 2007.

MELO, E. P.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E.; CESSA, R. M. A.; SALOMÃO, J. L.; NOGUEIRA, R. F. Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, v.35, n.5, p.689-697, 2006.

MEYER, J. H.; KEEPING, M. G. Review of research into the role of silicon for sugarcane production. **Proceedings of the Annual Congress South African Sugar Technologists' Association**, n. 74 p. 29-40, 2000.

PRATES, H. T.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Atividade de extrato aquoso de folha de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*. **Perquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 437-439, 2003.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991, 343p.

ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o Desenvolvimento Rural sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. v.1, n.2, p.43-50, 2001.

RUBIN, L. A. **Manejo da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae), na cultura do milho**. Porto Alegre, 2009, 85p. Monografia (Especialização) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia Vegetal**. Tradução de V. G. Valázquez. México: Grupo Editorial Iberoamérica, 1994. 759 p.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, v. 58, p. 151-199, 1997.

SILVA, A. C. A. **Efeito do silício aplicado no solo e em pulverização foliar na incidência da lagarta do cartucho na cultura do milho**. Botucatu, 2009, 74p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas.

SILVA, M. S. **Atividade inseticida da folha e da torta da semente de nim *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho *Zea mays* L (Poaceae)**. Rio Largo-AL, 2009b, 65p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal e Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas.

VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. S. **Controle Biológico da Lagarta do Cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com Baculovírus**. Circular Técnica 114. Sete Lagoas-MG: Embrapa, 2009.

SPARKS, A. N. A review of the biology of the fall armyworm. **Florida Entomologist**, v.62, p.82-87, 1979.

WAQUIL, J. M. Manejo Fitossanitário e Ambiental: Milho transgênico *Bt* e resistência das plantas ao ataque da lagarta-do-cartucho. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_1/manfito/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/manfito/index.htm). Acesso em: 31/08/2011.

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

WATSON, J. D.; BERRY A. DNA: **O segredo da vida**. Tradução de Malferrari C. A. São Paulo. Companhia das letras. 2005, 470p.

**Bibliografia foi elaborada segundo orientações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – 6023, Agosto/2002)**

## **CAPITULO I**

### **1. EFEITO DO SILÍCIO APLICADO VIA SOLO NO DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DA LAGARTA-DO-CARTUCHO *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), EM LABORATÓRIO**

**TIAGO J. A. BARBOSA<sup>1</sup>, SÔNIA M. F. BROGLIO<sup>1</sup>, LEILIANNE A. SOUZA<sup>1</sup>,  
NAYANE M. B. SANTOS<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratório de Entomologia, Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoa, Campos Delza Gitaí, BR 104 Norte, Km 85, Rio Largo-AL, E-mail: tiagojabar@yahoo.com.br

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de silício, aplicado via solo, no desenvolvimento biológico de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Para tanto, foram utilizados cinco tratamentos, os quais foram representados por diferentes doses de silício aplicadas via solo com silicato de cálcio a 10,5% em silício, divididos em duas aplicações. No Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Alagoas, avaliou-se a duração das fases larval e pupal, peso e comprimento das lagartas no 6º ínstar e peso das pupas 24h após a transformação das lagartas. Na ocasião, utilizaram-se seções foliares destacadas de plantas de milho dos diferentes tratamentos provenientes do cultivo em casa-de-vegetação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e 15 repetições. Sobre cada seção foi colocada uma lagarta com 24h de idade, cada lagarta representou uma repetição e a seção foliar foi trocada a cada 24h. As avaliações da duração da fase larval e pupal foram realizadas diariamente. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias das variáveis comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Pelos resultados pode-se concluir que a aplicações de silicato de cálcio e magnésio em vasos em casa-de-vegetação, não interferiu no número de ínstar e nem na duração da fase larval e pupal. No entanto, todos os tratamentos que receberam silício interferem positivamente no peso e comprimento de lagartas de *S. frugiperda* no máximo desenvolvimento.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, adubação silicatada, desenvolvimento larval

## CHAPTER I

### **SILICON EFFECT APPLIED TO THE SOIL ON CATERPILLAR-THE-CARTRIDGE DEVELOPMENT *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), IN LABORATORY**

**ABSTRACT** – The purpose of this study was to evaluate the effect of different doses of silicon, applied to the soil, on the biological development of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). For this, we used five treatments, which were represented by different doses of silicon applied to the soil with calcium silicate at 10,5% in silicon, divided into two applications. In the Laboratory of Entomology, Universidade Federal de Alagoas, we evaluated the duration of larval and pupal stages, weight and length of the caterpillars of the 6<sup>th</sup> instar and pupal weight 24 hours after the caterpillars transformation. On occasion, we used leaf sections detached from maize plants of the different treatments from greenhouse cultivation. The experimental design was the one completely randomized with five treatments and 15 repetitions. On each section we put one 24 hours-old caterpillar, each caterpillar represented a repetition and the leaf section was changed every 24 hours. The evaluations of the larval and pupal stages duration were realized daily. Data were subjected to variance analysis and the variable averages compared by Tukey test to the level of significance of 5%. For the results it is possible to end what to applications of silicate of calcium and magnesium in pots in house of vegetation, did not interfere in the number of instar and not even in the duration of the phase larval and pupal. However, all the treatments that received silicon interfere positively in the weight and length of caterpillars of *S. frugiperda* in the very development.

**Keywords:** *Zea mays*, silicon fertilization, larval development.



## 1.1 Introdução

O milho *Zea mays* L. é considerado um dos principais produtos agrícolas do mundo. De existência milenar, é o cereal mais cultivado no Brasil, sendo o seu plantio distribuído por quase todo território nacional, cultivado em pequenas, médias e grandes propriedades (OLIVEIRA et al., 2007), sendo considerado de grande importância econômica e social, por constituir a base da alimentação humana e animal. A produção de milho tende a se expandir fortemente para suprir a demanda gerada pelo consumo de fontes de energia renováveis (SILVA, 2004).

O Brasil mesmo estando entre os principais produtores de milho do mundo, não está entre os países com maior nível de produtividade. Um dos fatores que contribui para isso é a ação de insetos-praga. Nesse contexto, destaca-se a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) como uma praga de grande importância para cultura.

A *S. frugiperda* pertence à ordem Lepidoptera, família Noctuidae, conhecida como lagarta-do-cartucho, lagarta-militar ou lagarta-dos-milharais. É considerada a principal praga do milho no Brasil, pela ocorrência constante e por danificar a cultura nos seus diferentes estádios fisiológicos causando consideráveis perdas na produção (GALLO et al., 2002; SARMENTO et al., 2002).

O controle da lagarta-do-cartucho é realizado tradicionalmente, com o uso de inseticidas sintéticos, porém, esses produtos acarretam efeitos adversos, principalmente selecionando populações resistentes aos inseticidas, além de apresentar, muitas vezes, baixa eficiência, causando desequilíbrio ambiental e intoxicação aos aplicadores (ROEL et al., 2000).

Estudos com a utilização de produtos a base de silício tem mostrado que a aplicação desse mineral proporciona o aumento do grau de resistência de plantas ao ataque de diversos insetos, principalmente em gramíneas, estimulando o crescimento, aumentando a produção, protegendo contra estresses bióticos e abióticos, devido à barreira mecânica proporcionada pela deposição de sílica nos tecidos foliares e tricomas, além da produção de compostos fenólicos de defesa (EPSTEIN, 1999; GOUSSAIN et al., 2002; GOMES et al., 2005).

Dessa forma, a aplicação de silício na cultura do milho poderá elevar o grau de resistência das plantas e, conseqüentemente, reduzir a infestação e os prejuízos causados por *S. frugiperda*. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de silício via solo em plantas de milho, no desenvolvimento da lagarta-do-cartucho, em laboratório.

## 1.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação e no Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – CECA/UFAL, situados no município de Rio Largo, Alagoas, com coordenadas geográficas 9°27'06" Sul e 35°49'05" Oeste.

Em casa-de-vegetação, foram semeadas quatro sementes de milho, variedade BRS 106 por vaso, com capacidade de 7,5 litros preenchidos com terra adubada mais torta-de-cana na proporção de 2:1. Após sete dias da emergência, foi realizado o desbaste deixando-se apenas a planta mais vigorosa.

Em 25 vasos foram realizadas duas adubações de silicato de cálcio e magnésio (AgroSilício®), contendo silício na concentração de 22,4% (SiO<sub>2</sub>), 9,9% de MgO e 34,4 % de CaO, sendo a primeira um dia antes do plantio (50%) e a segunda quinze dias após a germinação (50%), utilizando-se quatro dosagens (kg.ha<sup>1</sup> de SiO<sub>2</sub>): 1) 500; 2) 1.000 de SiO<sub>2</sub>; 3) 1.500 e 4) 2.000 e a testemunha (sem adubação). A adubação a base de silício foi aplicada via solo em cobertura, na forma de pó e distribuído uniformemente em cada vaso. Os vasos foram dispostos ao acaso sobre bancada e a umidade foi mantida por meio de irrigação diária utilizando-se de regador.

Quando as plantas atingiram o estágio 2 de desenvolvimento fisiológico (3 a 4 folhas), pois é nesse período que a cultura se encontra mais suscetível ao ataque da lagarta-do-cartucho (CRUZ e TURPIN, 1982), iniciaram-se os testes para avaliação do desenvolvimento biológico de *S. frugiperda*, em laboratório. Para tanto, foram cortadas seções foliares das plantas de cada tratamento (no 1º e 2º ínstares, as seções foliares mediam em média 5,2m<sup>2</sup>, a partir do 3º ínstar foi fornecido alimento a vontade) e colocadas em potes de polipropileno atóxico de 145 mL forrado com papel filtro umedecido com água destilada. Sobre cada seção foi colocada uma lagarta com 24h de idade, oriunda da criação de manutenção de segunda geração alimentada em dieta natural com folhas de milho, no Laboratório de Entomologia (CECA/UFAL). Para o fechamento dos potes utilizou-se tecido do tipo “voil” e a seção foliar foi trocada a cada 24h. A temperatura foi mantida a 24±2°C, fotofase de 12h e umidade relativa de 80±10%.

As avaliações foram realizadas diariamente, sendo observadas as seguintes

variáveis biológicas: duração das fases larval e pupal, peso e comprimento das lagartas no 6º ínstar e peso e comprimento das pupas 24h após a transformação. Para avaliar a mudança de ínstar, observou-se a presença de cápsula cefálica, para o peso de lagartas e pupas foi usado balança analítica e o comprimento de lagartas e pupas foi obtido com auxílio de um paquímetro digital.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e 15 repetições, considerando-se cada lagarta como uma repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o Programa Assistat Versão 7,6 beta 2011 (SILVA, 2011) e para confecção dos gráficos o Programa Microsoft Office Excel 2007®.

### 1.3 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nas avaliações, revelam que não foram detectadas diferenças significativas para as fases biológicas relacionadas à duração média da fase larval (20,7 a 21,8 dias) e número de ínstaes (Tabela 2). Também, não foram detectadas diferenças significativas nas médias relativas à duração média de ínstaes entre os cinco tratamentos avaliados (Figura 2). Dessa forma, observou-se que a adubação silicatada aplicada via solo, não influenciou no desenvolvimento das lagartas de *S. frugiperda*. Entretanto, o tratamento que não recebeu adubação foi o que apresentou a menor duração média de dias em todos os ínstaes.

Resultados semelhantes foram verificados por Goussain et al. (2002), quando aplicaram solução de silicato de sódio em plantas de milho, via solo, constataram que não houve efeito na duração média de dias da fase larval (17,0) e número de ínstaes de *S. frugiperda*. Camargo et al. (2008), testaram o efeito da aplicação do silício em plantas de *Pinus* sobre a biologia e morfologia de *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae) e observaram que o efeito do silício não influenciou no número de ínstaes de *C. atlantica*, ou seja, o pulgão-gigante-do-pinus passou por quatro ínstaes ninfais.

Tabela 2: Duração média de dias ( $\pm$ EP) e número de ínstaes de *Spodoptera frugiperda* mantida em folhas de milho oriundas de plantas que receberam adubação silicatada em diferentes doses, em condições de laboratório (T:  $24\pm 2^\circ\text{C}$ ; UR:  $80\pm 10\%$ ; Fotofase: 12h). Rio Largo-AL, 2011.

Tratamento (Agrosilício® em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de $\text{SiO}_2$ )	Duração <sup>1</sup> (dias)	Número de ínstaes	Amplitude (dias)
500	21,8 $\pm$ 0,41 a	6	20-28
1.000	21,6 $\pm$ 0,17 a	6	21-23
1.500	21,2 $\pm$ 0,16 a	6	20-22
2.000	21,7 $\pm$ 0,32 a	6	20-28
Testemunha	20,7 $\pm$ 0,08 a	6	19-22
F	1,70ns		
CV (%)	6,17		

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> não significativo

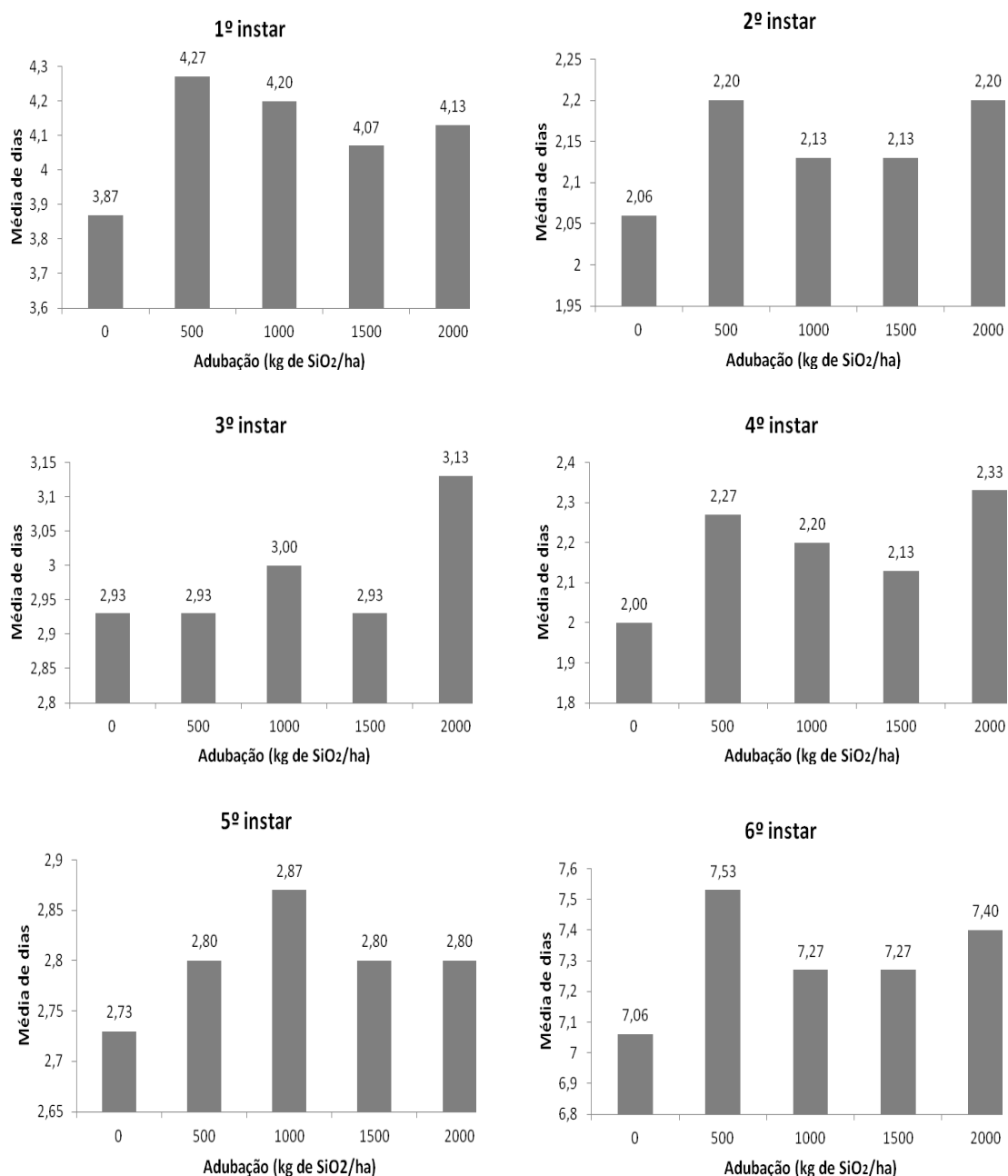


Figura 2: Duração média para cada ínstar de *Spodoptera frugiperda* mantida em folhas de milho oriundas de plantas que receberam diferentes doses de adubação silicatada, em condições de laboratório (T: 24±2°C; UR: 80±10%; Fotofase: 12h). Rio Largo-AL, 2011.

As médias obtidas no máximo desenvolvimento, em avaliação realizada cinco dias após a mudança para o 6º ínstar larval, indicam que houve diferença entre os tratamentos em relação ao peso e comprimento de lagartas de *S. frugiperda* (Tabela 3). Sendo assim, observou-se que a testemunha apresentou a maior média de peso e comprimento da lagarta, diferindo dos tratamentos que receberam aplicação de silício, os quais não proporcionaram

diferenças entre si.

De acordo com Scriber; Slansky Júnior (1981), a quantidade e a qualidade de alimento consumido durante a fase larval da *S. frugiperda* afetam a taxa de crescimento e o peso corporal.

Tabela 3: Peso e comprimento de lagartas de *Spodoptera frugiperda* no 6º instar (média±EP), mantidas em folhas de milho oriundas de plantas que receberam adubação silicatada em diferentes doses, em condições de laboratório (T: 24±2°C; UR: 80±10%; Fotofase: 12h). Rio Largo-AL, 2011.

Tratamento (kg.ha <sup>-1</sup> de SiO <sub>2</sub> )	Peso médio da lagarta (mg) <sup>1</sup>	Comprimento médio da lagarta (cm) <sup>1</sup>
500	333,5±17,0 b	2,73±0,06 b
1.000	342,7±10,0 b	2,72±0,04 b
1.500	348,1±10,0 b	2,71±0,18 b
2.000	339,70±1,0 b	2,76±0,06 b
Testemunha	411,90±8,0 a	3,04±0,08 a
F	9,06**	4,58**
CV (%)	11,64	9,00

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade  
\*\* significativo a 1% de probabilidade

Com relação às variáveis analisadas na fase de pupa, não foi observada diferença significativa entre os cinco tratamentos em relação à duração média de dias da fase pupal (Tabela 4). Miranda (2006) trabalhando com lagartas de *S. frugiperda* na cultura do algodoeiro informou que essa fase pode durar de 8 a 25 dias, dependendo da temperatura e do ambiente. Viana; Potenza (2000) ao avaliar a mesma praga, verificaram que em milho, a duração média dessa fase foi de 11,0 a 11,8 dias.

Os resultados obtidos nesse trabalho concordaram com os de Goussain et al., (2002), que aplicando solução de silicato de sódio na dosagem de 16 mL/vaso, via solo, dividido em cinco aplicações, não constataram efeito significativo na duração média de dias da fase pupal de *S. frugiperda*, em plantas de milho. Antunes et al., (2009), aplicaram 200mL/vaso de solução de ácido silícico a 1,0%, via solo diretamente no substrato ao redor da planta, dez dias após a emergência das plântulas de milho, numa dosagem equivalente a 2000 kg de SiO<sub>2</sub>/ha, e também verificaram que não houve efeito na duração média de dias da fase pupal de *S. frugiperda*.

Quando analisadas as variáveis peso e comprimento de pupa, 24h após a transformação, verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela

4). Foi observado que, em relação ao peso de pupas, o tratamento 1.500kg de  $\text{SiO}_2\cdot\text{ha}^{-1}$  foi o que apresentou o menor peso, diferindo-se da testemunha e do tratamento 1.000kg de  $\text{SiO}_2\cdot\text{ha}^{-1}$ , que apresentaram maior peso. No entanto, não diferiu dos tratamentos 500 e 2.000kg de  $\text{SiO}_2\cdot\text{ha}^{-1}$  que apresentaram valores intermediários.

Os resultados encontrados nesse trabalho assemelham-se aos encontrados por Antunes (2009), que verificou diferença entre o peso de pupas de *S. frugiperda* que receberam silício (202,5 mg) e as que não receberam (222,9 mg). Esses resultados discordam dos verificados por Goussain et al., (2002), que não encontraram diferenças no peso de pupas de lagarta-do-cartucho entre os tratamentos que receberam aplicação de silício e aqueles que não receberam.

Quanto ao comprimento de pupas, os tratamentos 1.500 e 2.000kg de  $\text{SiO}_2\cdot\text{ha}^{-1}$  foram os que apresentaram o menor valor, diferindo-se da testemunha que teve a maior média. Segundo Cruz (1995), as pupas apresentam um comprimento médio de cerca de 1,3 a 1,6 cm.

Tabela 4: Duração da fase pupal, peso e comprimento de pupas (média±EP) de *Spodoptera frugiperda* mantida em folhas de milho oriundas de plantas que receberam adubação silicatada em diferentes doses, em condições de laboratório (T:  $24\pm 2^\circ\text{C}$ ; UR:  $80\pm 10\%$ ; Fotofase: 12h). Rio Largo-AL, 2011.

Tratamento ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de $\text{SiO}_2$ )	Duração da fase pupal (dias)	Peso médio da pupa (mg) <sup>1</sup>	Comprimento médio da pupa (cm)
500	11,0±0,30 a	115,6±3,0 ab	1,28±0,009 ab
1.000	11,3±0,24 a	124,6±4,0 a	1,32±0,011 ab
1.500	10,9±0,30 a	109,4±3,0 b	1,24±0,023 b
2.000	11,4±0,25 a	112,2±2,0 ab	1,26±0,019 b
Testemunha	10,5±0,27 a	123,7±2,0 a	1,35±0,022 a
F	1,62	3,94**	3,74**
CV (%)	9,76	6,81	11,68

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

\*\* significativo a 1% de probabilidade



#### **1.4 Conclusões**

1. As aplicações de silicato de cálcio e magnésio, não interferem no desenvolvimento larval e pupal de *S. frugiperda* na cultura do milho, em laboratório.
2. As aplicações de silicato de cálcio e magnésio interferem positivamente no peso e comprimento das larvas do 6º ínstar de *S. frugiperda* na cultura do milho, em laboratório.
3. A aplicação de silicato de cálcio e magnésio, na dosagem 1500 kg de SiO<sub>2</sub>, é eficiente em relação ao peso e comprimento de pupas 24h após a transformação, se comparado com o tratamento que não recebeu adubação (testemunha).

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, C. S.; **Efeito do silício obre lagartas-chave e seus inimigos naturais em milho e girassol**. 43p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2009.
- CAMARGO, J. M. M.; MORAES, J. C.; OLIVEIRA, E. B. DE, PENTEADO, S. R. C.; CARVALHO, R. C. Z. Efeito da aplicação do silício em plantas de *Pinus taeda* L., sobre a biologia e morfologia de *Cinara atlântica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.6, p.1767-1774, 2008.
- CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Circular Técnica, 21. Sete Lagoas-MG: Embrapa, CNPMS. 45p., 1995
- CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estágios de crescimento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.3, p.355-359, 1982.
- EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology**. v. 50, p. 641-664, 1999.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R. P. L., BAPTISTA, G. C., BERTI FILHO, E., PARRA, J. R. P., ZUCHHI, R. A., ALVES, S. B., VENDRAMIM, J. D., MARCHINI, L. C., LOPES, J. R. S., OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.
- GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D.; GOUSSAIN, M. M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, v.62, n.6, p.547-551, 2005.
- GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. 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**, v.31, n.2, p.305-310, 2002.
- MIRANDA, J. E. **Distribuição vertical de lagartas de *Spodoptera frugiperda* no algodoeiro**. Comunicado Técnico, 277. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA. 4 p. 2006.
- OLIVEIRA, M. S. S.; ROEL, A. R.; ARRUDA, E. J.; MARQUES, A. S. Eficiência de produtos vegetais no controle de lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE). **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.2, p. 326-331, 2007.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Efeito do extrato acetato de etila *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, v.59, n.1, p.53-58, 2000.

SARMENTO, R. A.; AGUIAR, R. W. S.; AGUIAR, R. A. S. S.; VIEIRA, S. M. J.; OLIVEIRA, H. G.; HOLTZ, A. M. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) em milho no Brasil. **Bioscience Journal**, v. 18, n. 2, p. 41-48, 2002.

SCRIBER, J.M.; SLANSKY JÚNIOR, F. The nutritional ecology of immature insects. **Annual Review of Entomology** , v.26, n.1, p.183-211, 1981.

SILVA, M. T. B.; COSTA, E. C.; BALARDIN, R. S. Reação de cultivares e eficiência do controle químico de pulgões vetores do *Barley yellow dwarf virus* em trigo. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1333-1340, 2004.

SILVA, F. A. S. **Assistat: assistência estatística versão 7.6 beta**. UFCG, Campina Grande, 2011.

VIANA, P. A.; POTENZA, M. R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, v.59, n.1, p.27-33, 2000.

**Bibliografia e o artigo foram elaborados segundo orientações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – 6023, Agosto/2002) e das instruções para submissão de trabalhos no periódico da Revista Arquivo do Instituto Biológico (ANEXO).**

## **CAPITULO II**

### **2. EFEITO DO SILÍCIO APLICADO VIA SOLO NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM PLANTAS DE MILHO *Zea mays* L. (POACEAE)**

**TIAGO J. A. BARBOSA<sup>1</sup>, SÔNIA M. F. BROGLIO<sup>1</sup>, ADRIANO J. N. SANTOS<sup>1</sup>,  
LEILIANNE A. SOUZA<sup>1</sup>, EMERSON F.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratório de Entomologia, Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoa, Campos Delza Gitaí, BR 104 Norte, Km 85, Rio Largo-AL, E-mail: tiagojabar@yahoo.com.br

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de silício, sobre as injúrias da lagarta-do-cartucho e o efeito na produtividade. Para tanto, foram utilizados cinco tratamentos, os quais foram representados por diferentes doses de silício (em kg.ha<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>) (sem aplicação; 0,5 ; 1,0; 1,5 e 2,0) aplicados via solo com silicato de cálcio a 10,5% de silício, divididos em duas aplicações. O trabalho foi realizado em campo numa área total de 128,5 m<sup>2</sup>, dividida em quatro blocos, onde foram avaliados os danos provocados pela praga em quatro épocas diferentes (15, 30, 45 e 60 dias após a emergência das plantas-DAE), a porcentagem de infestação em cada época de avaliação e, no final do ciclo da cultura a produtividade. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso. Para avaliação das injúrias, utilizou-se uma escala de notas de injúrias, sendo as notas transformadas em  $\sqrt{x+1}$ . As médias das variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As aplicações de silicato de cálcio e magnésio, em sulco no plantio e em cobertura, não interferem na produtividade e nem nas injúrias provocadas por *S. frugiperda* na cultura do milho. No entanto, observou-se que a porcentagem de infestação foi menor quando se utilizou 500kg.ha<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>, aos 15 e 45 DAE.

**Palavras-chave:** Lagarta-do-cartucho, inseto-praga, resistência induzida.

## CHAPTER II

### **SILICON EFFECT APPLIED TO THE SOIL ON THE CONTROL OF *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) IN MAIZE PLANTS *Zea mays* L. (POACEAE)**

**ABSTRACT** - The purpose of this study was to evaluate the effect of different doses of silicon, applied to the soil, on the biological development of *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). For this, we used five treatments, which were represented by different doses of silicon (at  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  of  $\text{SiO}_2$ ) (without application; 500 ; 1.000; 1.500 and 2.000) applied to the soil with calcium silicate at 10.5% in silicon, divided into two applications. The study was conducted in a total area of  $108\text{m}^2$ , divided into four blocks, where we evaluated the damage caused by four plagues in four different times (15, 30, 45 and 60 days after plants emergence -DAE), the infestation percentage in each evaluation time and , at the end of the crop cycle, the productivity. The experimental design we used was in blocks at random. To evaluate the injuries, we used a grading scale of injuries, transforming the notes in root of  $\sqrt{x + 1}$ . The medium subjected to the analysis of variance and compared by Tukey test at 5% of probability. The applications of silicate of calcium and magnesium, in furrow in the planting and in covering, do not interfere in the productivity and not even in the insults provoked for *S. frugiperda* in the culture of the corn. However, it was noticed that the percentage of infestation was small when it was used  $500\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  of  $\text{SiO}_2$ , to the 15 and 45 DAE.

**Keywords:** Caterpillar-the-cartridge, insect pests, induced resistance.

## 2.1 Introdução

O milho é um dos produtos agrícolas mais importantes do mundo, sendo o Brasil um dos principais produtores desse cereal, apresentando uma produção em torno 57.514,1 mil de toneladas de grãos referente a duas safras, normal e “safrinha”, numa área cultivada de aproximadamente 12.682,2 milhões de hectares, apresentando a maior expressividade dentre os cereais cultivados no Brasil (CONAB, 2011).

Mesmo com destaque entre os maiores produtores mundiais, o Brasil ainda apresenta uma produtividade muito baixa, sendo superado por países de menor expressividade agrícola (EMBRAPA, 2000). Dentre os fatores que limitam a produtividade, podem-se destacar as pragas. Entre as pragas destaca-se *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), pela frequência de ocorrência e voracidade com que destrói a área foliar da cultura. A maioria das recomendações para o controle desse inseto implica no uso de inseticidas organofosforados, carbamatos e piretróides, conhecidos pela sua alta toxicidade e pelo impacto que provocam no ambiente (SILVA, 2009).

Uma das alternativas utilizadas para minimizar os danos provocados pela praga é a utilização de silício. Entre as respostas ao fornecimento de silício, destacam-se a diminuição do acamamento, o aumento da resistência ao estresse hídrico, os ganhos de produtividade e o aumento da resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças (RAFI et al., 1997; NOJOSA et al., 2005).

Apesar do silício não ser considerado elemento essencial ou funcional para o crescimento de plantas, a produtividade de muitas gramíneas como arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milheto, milho, entre outras, tem sido beneficiadas com o aumento da disponibilidade deste elemento (SILVA, 1973; ELEWARD; GREEN, 1979).

Pelos inúmeros benefícios que traz a diversas culturas, sendo utilizado cada vez mais na agricultura e, considerando-se a falta de estudos sobre o efeito do emprego dos silicatos comerciais na ocorrência e dano da lagarta-do-cartucho na cultura do milho, em condições de campo, esse trabalho se propôs a verificar o efeito de diferentes

doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados via solo, em adubação no sulco de semeadura e em cobertura, sobre a infestação e injúrias provocadas pela lagarta-do-cartucho e o efeito na produtividade.



## 2.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011, no Campus do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, situado no município de Rio Largo, Alagoas, com coordenadas geográficas 9°27'06" Sul e 35°49'05" Oeste, em um solo do tipo Latossolo Amarelo, Coeso Argissólico de textura média.

A área experimental foi instalada onde anteriormente foi cultivada espécies de plantas leguminosas (adubação verde). Após a demarcação da área, foram retiradas amostras de solo para proceder-se à análise (Tabela 5). Em seguida foi realizada uma gradagem, cinco dias antes do plantio e, duas capinas, sendo a primeira realizada sete dias antes e a segunda 25 dias após a germinação.

Tabela 5: Análise química do solo utilizado no experimento (profundidade de 0 a 20 cm).

pH	M. O.	P	K	Al	H+Al	Ca	Mg	SB	CTC	V	m	
(H <sub>2</sub> O)	(%)	mg.dm <sup>-3</sup>		-----		cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	-----			-----	%	-----
6,8	1,73	61	45	0,01	1,8	5,8	2,8	8,8	10,6	83,0	0,1	

O silício foi aplicado via solo em cobertura, na forma de pó, em duas épocas diferentes, sendo a primeira um dia antes do plantio (50%) e a segunda quinze dias após a germinação (50%), sendo aplicado um total de 200,88, 401,76, 602,64 e 803,52 g/m linear do produto, dosagens equivalentes a 500, 1.000, 1.500 e 2.000 kg de SiO<sub>2</sub>/ha, respectivamente. Para tanto, utilizou-se o produto comercial silicato de cálcio e magnésio (AgroSilício®) contendo silício na concentração de 22,4% (SiO<sub>2</sub>), 9,9% de MgO e 34,4 % de CaO, que foi distribuído uniformemente na linha de plantio utilizando-se medidores manuais.

Semearam-se três sementes de milho híbrido BM 2202 precoce (Biomatrix®) por cova. Após dez dias da emergência, procedeu-se ao desbaste, sendo deixada a planta mais vigorosa por cova, correspondendo a uma densidade de 55.000 plantas.ha<sup>1</sup>, espaçadas 0,90m entre linhas e 0,20m entre covas. A umidade foi mantida por meio de irrigação diária utilizando-se de regador manual.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao caso, com quatro repetições e cinco tratamentos, as quatro aplicações (500, 1.000, 1.500 e 2.000 kg.ha<sup>1</sup> de SiO<sub>2</sub>) e a Testemunha (sem adubação). Cada tratamento foi constituído por 30 plantas de milho distribuídas em três linhas de 2,0 m de comprimento. Para avaliar as injúrias provocadas pela praga e a produtividade na área, amostraram-se, de cada tratamento, as seis plantas centrais da linha central, deixando-se duas plantas de bordadura em cada extremidade desta linha, formando uma área útil de 1,08m<sup>2</sup>. A área total do experimento foi de 128,5m<sup>2</sup> (Figura 3).

A infestação das lagartas na cultura ocorreu de forma natural, sendo observado na primeira avaliação que 83% das plantas apresentavam injúrias características da praga, não havendo a necessidade de ser feita a infestação artificial. A cada quinze dias foram realizadas avaliações do ataque da lagarta-do-cartucho. Para tanto, foi atribuída uma nota à injúria provocada pela lagarta examinando-se a 3<sup>a</sup> folha, a partir da última lançada, utilizando-se uma escala de notas proposta por CARVALHO (1970), sendo a nota da injúria obtida da média das notas de quatro avaliadores (Tabela 6). A primeira avaliação foi realizada 15 dias após a germinação, a segunda, a terceira e a quarta avaliações, aos 15, 30 e 45 dias após a segunda adubação com silício, respectivamente.

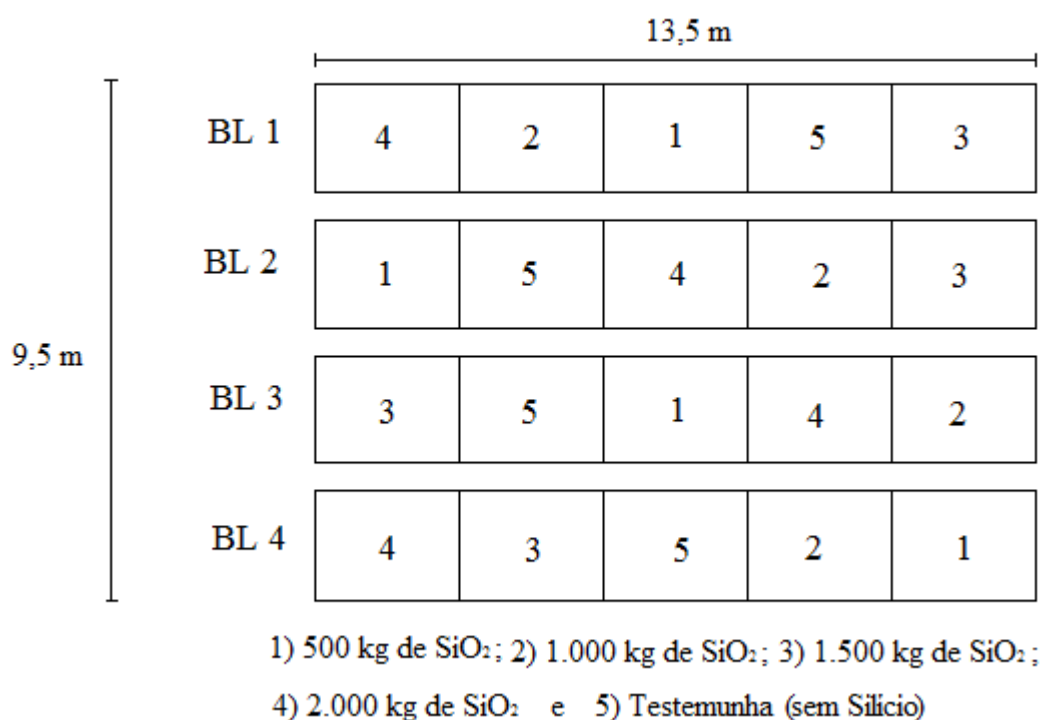


Figura 3: Croqui da área experimental onde foram realizadas as avaliações. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, município de Rio Largo, Alagoas.

A avaliação da produtividade de grãos foi realizada aos 132 dias após o plantio, sendo obtida a partir da colheita e pesagem de espigas e grãos provenientes da área útil de cada parcela, corrigindo-se a umidade (base úmida) pelo método gravimétrico com a utilização de estufa a 105 °C (BRASIL, 1992), que se baseia no peso da água removida das sementes durante a sua permanência na estufa por 24 h.

Tabela 6: Avaliação de injúrias em plantas de milho atacadas por *Spodoptera frugiperda* (Escala de notas de 0 a 5) (CARVALHO, 1970).

Nota	Injúrias
0	Plantas com ausência de injúrias
1	Plantas apresentando início de raspagem (1 a 2 folhas)
2	Plantas apresentando raspagem com furos (1 a 3 folhas)
3	Plantas apresentando raspagem com furos (4 a 5 folhas)
4	Plantas apresentando raspagem e furos, com perfuração no cartucho
5	Injúrias severas nas plantas, com destruição total

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Para análise de injúria, os dados foram transformados em  $\sqrt{x + 1}$  e as médias submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), para tanto, utilizou-se o Programa Estatístico Assisat Versão 7,6 beta (SILVA, 2011).

### 2.3 Resultados e Discussão

As notas atribuídas às injúrias devido à alimentação de *S. frugiperda* em plantas de milho aos 15 dias após a germinação, não diferiram significativamente da testemunha, indicando que as injúrias eram uniformes em toda a área experimental, ficando a nota atribuída entre 1,09 e 1,43 (Tabela 7). Esta falta de resposta do silício pode estar relacionada com a baixa absorção pelo milho, ou até mesmo, a não absorção, podendo também o silício ter sido absorvido e não translocado, assim como a cultura do milho não ter respondido ao silício, mesmo presente no interior da planta. Entretanto, a menor média de injúria foi verificada no tratamento de 1.500kg.ha<sup>-1</sup>. Winslow (1992) afirmou que as plantas diferem bastante na sua capacidade de absorver o silício e até mesmo genótipos de uma mesma espécie podem apresentar concentrações variadas de silício, respondendo de modo distinto à sua aplicação.

Estes resultados assemelham-se aos encontrados por Silva (2009), que aplicando escória siderúrgica 800kg.ha<sup>-1</sup> em sulco de plantio, aos 15 dias após a germinação das plantas não observou diferença entre os tratamentos, mesmo encontrando nota média de danos superior à encontrada neste trabalho (2,4). Albuquerque et al. (2010), que aplicando 1.000kg.ha<sup>-1</sup> de produto comercial (Agrosilício®) em sulco por ocasião do plantio, relataram ter ocorrido a indução de resistência aos 15 dias após a germinação, e o tratamento que recebeu 1.000kg.ha<sup>-1</sup> obteve nota média de dano de 0,62, diferindo da testemunha que obteve 0,93.

Tabela 7: Médias de injúrias ( $\pm$ EP) provocadas por *Spodoptera frugiperda* e porcentagem de infestação aos 15 dias após a germinação das plantas de milho. Rio Largo, AL, outubro de 2010/fevereiro de 2011.

Tratamentos (Agrosilício® em kg.ha <sup>-1</sup> )	Nota média de injúria <sup>1</sup>	Infestação média (%) <sup>1</sup>
500	1,43 $\pm$ 0,35 a	73 $\pm$ 1,25 b
1.000	1,27 $\pm$ 0,38 a	75 $\pm$ 6,32 ab
1.500	1,09 $\pm$ 0,21 a	76 $\pm$ 4,35 ab
2.000	1,21 $\pm$ 0,12 a	81 $\pm$ 4,47 ab
Testemunha	1,30 $\pm$ 0,19 a	83 $\pm$ 4,34 a
CV (%)	11,64	5,9

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade

Com relação à infestação, porcentagem de plantas atacadas, o tratamento 500kg.ha<sup>-1</sup> apresentou resultado significativo se comparado com a testemunha, que aos 15 dias após a germinação, obteve a maior média de infestação entre os tratamentos (Tabela 7). Segundo Neri et al. (2005), relata que a aplicação de silício na cultura do milho pode elevar o grau de resistência as plantas e, conseqüentemente, reduzir a infestação. Estes resultados diferiram dos encontrados por Antunes et al. (2010), que aplicando 200mL/vaso de solução de ácido silícico a 1,0%, via solo diretamente no substrato ao redor da planta, dez dias após a emergência das plântulas, numa dosagem equivalente a 2.000kg de SiO<sub>2</sub>.ha<sup>-1</sup>, verificou que o silício não afetou a infestação de *S. frugiperda* em plantas de milho e girassol.

Na segunda avaliação, realizada 30 dias após a germinação, observou-se que o silício não interferiu em nenhuma das variáveis avaliadas. Nem as injúrias e nem a porcentagem de infestação tiveram resultados significativos entre os tratamentos (Tabela 8), confirmando os resultados encontrados por Antunes et al. (2010), que aplicando ácido silícico a 0,5%, via foliar, em quatro aplicações a intervalos semanais, também não constataram diferenças significativas no milho para a infestação da lagarta-do-cartucho, na mesma época de avaliação.

Se compararmos as duas primeiras avaliações, observamos que houve um aumento na nota média de injúrias, que variou de 1,09 a 1,43 na primeira avaliação, para 1,87 a 2,28 na segunda. Houve também, variação na porcentagem de infestação entre as duas avaliações, onde na primeira foi de 73 a 83% e na segunda de 86 a 93%. De acordo com Farinelli; Fornazieri Filho (2006), esse aumento nas injúrias provocadas pela praga deve-se a mudança de ínstar, pois no 1º e 2º ínstar as lagartas de *S. frugiperda* provocam apenas a raspagem das folhas de milho e a partir do 3º ínstar penetram no cartucho do milho perfurando e danificando as folhas por completo.

Tabela 8: Médias de injúrias ( $\pm$ EP) provocada por *Spodoptera frugiperda* e porcentagem de infestação aos 30 dias após a germinação das plantas de milho. Rio Largo, AL, outubro de 2010/fevereiro de 2011.

Tratamentos (Agrosilício <sup>®</sup> em kg.ha <sup>-1</sup> )	Nota média de injúria <sup>1</sup>	Infestação média (%) <sup>1</sup>
500	2,02 $\pm$ 0,42 a	89 $\pm$ 2,58 a
1.000	2,28 $\pm$ 0,30 a	88 $\pm$ 4,43 a
1.500	2,10 $\pm$ 0,45 a	88 $\pm$ 6,68 a
2.000	1,87 $\pm$ 0,23 a	86 $\pm$ 4,93 a
Testemunha	2,12 $\pm$ 0,35 a	93 $\pm$ 6,48 a
CV (%)	12,52	8,97

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Na terceira avaliação, realizada aos 45 dias após a germinação, também não foi verificado nenhum efeito do Silício, aplicado em adubação no solo, sobre a nota de injúrias. Porém, em relação à avaliação anterior verificou-se que o tratamento 2.000kg.ha<sup>-1</sup> continuou apresentando a menor nota de injúria (Tabela 9).

Por outro lado, a porcentagem de infestação nos tratamentos 500kg.ha<sup>-1</sup> e 2.000kg.ha<sup>-1</sup> apresentaram resultados significativos, se comparados com a testemunha. Este resultado diferenciou dos obtidos por Silva (2009) e Antunes et al. (2010), ambos verificaram que o silício não afetou a infestação de *S. frugiperda* em plantas de milho, no mesmo período de avaliação.

Tabela 9: Médias de injúrias ( $\pm$ EP) provocadas por *Spodoptera frugiperda* e porcentagem de infestação aos 45 dias após a germinação das plantas de milho. Rio Largo, AL, outubro de 2010/fevereiro de 2011.

Tratamentos (Agrosilício <sup>®</sup> em kg.ha <sup>-1</sup> )	Nota média de injúria <sup>1</sup>	Infestação média (%) <sup>1</sup>
500	1,12 $\pm$ 0,43 a	57 $\pm$ 5,40 b
1.000	1,79 $\pm$ 0,24 a	79 $\pm$ 4,67 a
1.500	1,72 $\pm$ 0,33 a	78 $\pm$ 5,10 a
2.000	0,95 $\pm$ 0,32 a	57 $\pm$ 6,60 b
Testemunha	1,21 $\pm$ 0,54 a	72 $\pm$ 4,35 a
CV (%)	16,35	11,51

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Aos 60 dias após a germinação das plantas de milho foi realizada a quarta e última avaliação de injúrias e porcentagem de infestação. Nessa avaliação foi verificado que, com relação à nota de injúrias, não houve diferença significativa entre os tratamentos, mesmo o tratamento 2.000kg.ha<sup>-1</sup> apresentando a menor média (Tabela 10). Com relação à porcentagem de infestação, os tratamentos testemunha, 500 e 2.000kg.ha<sup>-1</sup> foram os que demonstraram o menor valor, apresentando diferença significativa em relação aos tratamentos 1.000 e 1.500kg.ha<sup>-1</sup>, que apresentaram a maior média de infestação.

Nota-se que nessa fase, a testemunha apresenta baixa porcentagem de infestação, isso pode se dá pelo fato do cartucho da maioria das plantas de milho já estarem fechados e as plantas se encontrarem na fase de lançamento da inflorescência masculina (pendão), uma vez que as lagartas pequenas não encontrariam condições favoráveis para o seu desenvolvimento devido ao estágio vegetativo da cultura.

Tabela 10: Médias de injúrias ( $\pm$ EP) provocadas por *Spodoptera frugiperda* e porcentagem de infestação aos 60 dias após a germinação das plantas de milho. Rio Largo, AL, outubro de 2010/fevereiro de 2011.

Tratamentos (Agrosilício <sup>®</sup> em kg.ha <sup>-1</sup> )	Nota média de injúria <sup>1</sup>	Infestação média (%) <sup>1</sup>
500	0,61 $\pm$ 0,27 a	29 $\pm$ 2,82 bc
1.000	1,11 $\pm$ 0,33 a	49 $\pm$ 2,51 a
1.500	1,18 $\pm$ 0,32 a	50 $\pm$ 3,15 a
2.000	0,45 $\pm$ 0,37 a	15 $\pm$ 4,40 c
Testemunha	0,88 $\pm$ 0,46 a	39 $\pm$ 3,54 bc
CV (%)	20,68	16,43

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

O elevado índice populacional de *S. frugiperda* nesse experimento deveu-se à alta temperatura, associada à baixa precipitação pluviométrica, que favoreceu a alta incidência da praga, ou seja, acima do nível de controle que é de 20% de plantas com folhas raspadas (DIDONET et al., 2000), isso no período inicial de desenvolvimento da cultura.

Aos 132 dias após a emergência das plantas de milho foi realizada a colheita. Nessa ocasião foram avaliados o comprimento, peso das espigas e peso dos grãos e calculada a produtividade (Tabela 11). Dessa forma, pode-se avaliar que nenhuma das variáveis produtivas analisadas foi afetada pela aplicação via solo de silício.

Resultado semelhante foram encontrados por Carvalho (2000), Pereira et al., (2003), Silva (2009) e Silva et al., (2010), que não obtiveram resultados satisfatórios com relação a produtividade, usando escória siderúrgica na cultura do arroz, diferentes fontes de silício na cultura do tomate, pulverização via foliar na cultura do milho e diversas fontes de silício no desenvolvimento de plantas de batata inglesa, respectivamente. Esses resultados divergiram dos encontrados por Korndörfer et al. (1999) e Faria (2000) que obtiveram incremento na produção de grãos quando foi aplicado silicato de cálcio, chegando a atingir 90% da produção máxima em arroz de sequeiro.

A produtividade média da área foi de 4.859,67kg.ha<sup>-1</sup> independentemente da aplicação do silício e da incidência da praga, visto que não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos com silício, nem entre estes e a testemunha. Mesmo os tratamentos não apresentando diferença significativa entre si, a média da produtividade foi maior do que a média nacional que é de 4.156 kg/ha (CONAB, 2011).

Tabela 11: Médias das variáveis avaliadas na colheita do milho em experimento com aplicação de silício em sulco de plantio. Rio Largo, AL, outubro de 2010/fevereiro de 2011.

Tratamentos (Agrosilício® em kg.ha <sup>-1</sup> )	Comprimento da Espiga <sup>1</sup> (cm)	Peso da Espiga <sup>1</sup> (g)	Produtividade <sup>1</sup> (kg de grãos/ha)
500	13,27a	105,53a	4.025,00a
1.000	14,68a	114,90a	4.566,67a
1.500	16,14a	168,78a	6.393,89a
2.000	14,14a	138,55a	5.179,44a
Testemunha	13,58a	112,52a	4.133,33a
Valor médio	14,36	128,05	4.859,67
CV	12,11	24,59	25,83

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade



## 2.4 Conclusões

1. As aplicações de silicato de cálcio e magnésio, em sulco no plantio e em cobertura, não interferem na produtividade e nem nas injúrias provocadas por *S. frugiperda* na cultura do milho.
2. A aplicação de silicato de cálcio e magnésio, na dosagem de 500 kg.ha<sup>-1</sup>, reduziu a infestação da lagarta-do-cartucho em plantas de milho, aos 15 e aos 45 dias após a emergência.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. A.; SCAPIM, C. A.; LIMA, R. S.; JUNIOR, E. B.; CRUBELATI, N. C. S. Efeito da Aplicação de Silicatos Via Solo e Via Foliar no Manejo da Lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* em Milho. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. p.323-327, 2010.

ANTUNES, C. S.; MORAES, J. C.; ANTÔNIO, A.; SILVA, V. F. Influência da aplicação de silício na ocorrência de lagartas (Lepidoptera) e de seus inimigos naturais chaves em milho (*Zea mays* L.) e em girassol (*Helianthus annuus* L.). **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, p. 619-625, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análises de sementes**. Brasília: MARE 1992. 188p.

CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuações da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), e sua suscetibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo**. 170p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.

CARVALHO, J. C. **Análise de crescimento e produção de grãos da cultura do arroz irrigado por aspersão em função da aplicação de escórias de siderurgia como fonte de silício**. 119 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2000.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento: Acompanhamento da safra brasileira. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_09\\_09\\_08\\_55\\_35\\_boletim\\_setembro\\_-\\_2011.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_09_09_08_55_35_boletim_setembro_-_2011.pdf). Acesso em: 12/09/2011.

DIDONET, J.; DIDONET, A. P. P.; ERASMO, E. L.; SANTOS, G. R. Incidência e densidade populacional de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) na cultura do milho, em Gurupi-To. **Bioscience Journal**, v.16, n.2, p.17-23, 2000.

ELEWARD, S. H.; GREEN JR, V. E. Silicon and rice plant environment a review of recent research. **Revista Il Piso**, v. 28, p. 235-253, 1979.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Importância econômica: Introdução e Importância econômica do Milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção 1). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>. Acesso em: 02/09/2011.

FARIA, R. G. **Influência do silicato de cálcio na tolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo.** 47 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

FARINELLI, R; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. **Científica**, v. 34, n. 2, p.197-202, 2006.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. 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**, v.31, n.2, p.305-310, 2002.

KORNDÖRFER, G. H.; ARANTES, V. A.; CORRÊA, G. F.; SNYDER, G. H. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 635-641, 1999.

NERI, D. K. P.; MORAES, J. C.; GAVINO, M. A. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, 2005.

NOJOSA, G. B. A., RESENDE, M. L. V.; RESENDE, A. V. Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. (Eds.) Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba SP. FEALQ. 2005. p. 139-153.

PEREIRA, H. S. VITTI, G. C.; KORNDORFER, G. H. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 1, v. 27, p.1-8, 2003.

RAFI, M. M.; EPSTEIN, E.; FALK, R. H. Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Plant Physiology**, v. 151, p. 497-501, 1997.

SILVA, A. C. A. **Efeito do silício aplicado no solo e em pulverização foliar na incidência da lagarta do cartucho na cultura do milho.** Botucatu, 2009, 74p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas.

SILVA, V. F.; MORAES, J. C.; MELO, B. A. Fontes de silício na indução de resistência a insetos-praga e no desenvolvimento de plantas de batata inglesa. **Revista Brasileira de Agroecologia**. 5(2): 149-156, 2010.

SILVA, F. A. S. **Assistat: assistência estatística versão 7.5 beta.** UFCG, Campina Grande, 2011.

SILVA, J. A. Plant, mineral nutrition. In: **Yearbook of science and technology.** New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1973.

WINSLOW, M. D. Silicon, disease resistance, and yield of rice genotypes under upland cultural conditions. **Crop Science**, v. 32, p.1208-13, 1992.

**Bibliografia e o artigo foram elaborados segundo orientações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – 6023, Agosto/2002) e das instruções para submissão de trabalhos no periódico da Revista Arquivo do Instituto Biológico (ANEXO).**

## **ANEXOS**

## REVISTA ARQUIVOS DO INSTITUTO BIOLÓGICO

### Normas Editoriais

A **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, com periodicidade trimestral, aceita, para submissão, artigos originais de pesquisa científica em sanidade animal e vegetal voltados ao agronegócio e suas implicações no agroambiente, incluindo nesse escopo a qualidade e a segurança alimentar.

Os trabalhos enviados para publicação deverão ser inéditos e destinados exclusivamente a esta Revista. A matéria publicada será de inteira responsabilidade do(s) autor(es). Os trabalhos não aceitos para publicação serão comunicados aos autores pelo Comitê Editorial.

O Comitê Editorial fará análise dos trabalhos antes de submetê-los aos Consultores Científicos.

A publicação dos trabalhos dependerá da análise efetuada pelo Corpo de Consultores Científicos e da aprovação do Comitê Editorial.

Os artigos serão publicados somente *online* e em ordem de aprovação.

Serão considerados para publicação Artigos Científicos e Comunicações Científicas. Artigos de Revisão poderão ser aceitos a critério do Comitê Editorial.

A transcrição parcial ou total de trabalhos dos "Arquivos do Instituto Biológico" para outras revistas é permitida desde que citada a origem.

O original deve ser submetido apenas na forma eletrônica através do e-mail [arquivos@biologico.sp.gov.br](mailto:arquivos@biologico.sp.gov.br). O arquivo não deverá exceder 2Mb. No e-mail de encaminhamento deverá constar nome por extenso, endereço completo (Instituição/Universidade, Centro/Faculdade, Laboratório/Departamento, endereço postal), endereço eletrônico e **CPF de todos os autores**.

Eventuais dúvidas podem ser encaminhadas ao editor da Revista "Arquivos do Instituto Biológico", Dra. Silvia Regina Galleti, Instituto Biológico - Av. Cons. Rodrigues Alves, 1252, CEP 04014-002, São Paulo, SP - Fone: (11) 5087-1749 - E-mail: [arquivos@biologico.sp.gov.br](mailto:arquivos@biologico.sp.gov.br). Os artigos estarão disponíveis para consulta e download gratuitos no site da revista [www.biologico.sp.gov.br/arquivos](http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos).

A taxa para publicação na revista "Arquivos do Instituto Biológico" é de R\$ 25,00 (vinte e cinco reais) por página diagramada. Após o aceite do trabalho, comunicado pelo editor responsável, os autores deverão efetuar o depósito do valor correspondente à publicação em nome da Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa do Agronegócio -

FUNDEPAG (CNPJ 50.276.237/0001-78) (Banco do Brasil (001), Agência 1199-1, Conta Corrente 30.200-7 ou Banco Banespa (033), Agência 0637, Conta Corrente 13-001316-9). Enviar comprovante de depósito, via carta, fax ou e-mail, mencionando o número do trabalho, para o seguinte endereço: Revista Arquivos do Instituto Biológico. Instituto Biológico - Av. Cons. Rodrigues Alves, 1252, CEP 04014-002, São Paulo, SP – Fone: (11) 5087-1749 / Fax: (11) 5087-1790 – E-mail: [arquivos@biologico.sp.gov.br](mailto:arquivos@biologico.sp.gov.br)

**Forma de apresentação:** os trabalhos deverão ser digitados em Word 97 ou versão superior, página A4, com margens de 2,5 cm, fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço duplo e páginas numeradas em seqüência. As linhas deverão ser numeradas de forma contínua, utilizando a ferramenta Layout em Configurar Página. O máximo de páginas será 25 para artigos de revisão, 20 para artigos científicos e 10 para comunicação científica, incluindo tabelas e figuras.

**Artigo de revisão:** compreenderá os seguintes itens: título, nome do(s) autor(es), endereço do primeiro autor e local de origem dos demais autores, resumo em português, palavras-chave, título em inglês, abstract, key words, texto sem subdivisões e referências.

**Artigo científico:** compreenderá os seguintes itens: título, nome do(s) autor(es), endereço do primeiro autor e local de origem dos demais autores, resumo em português, palavras-chave, título em inglês, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados, discussão, conclusões, agradecimentos e referências.

**Comunicação científica:** compreenderá os seguintes itens: título, nome do(s) autor(es), endereço do primeiro autor e local de origem dos demais autores, resumo em português, palavras-chave, título em inglês, abstract, key words, texto sem subdivisões e referências.

Quando o trabalho envolver estudos em animais de experimentação e/ou organismos geneticamente modificados, incluir o número do processo no trabalho e encaminhar uma cópia da aprovação fornecida pelo respectivo Comitê responsável da Instituição de origem do primeiro autor.

**Idioma:** o trabalho poderá ser redigido em português, espanhol ou inglês. Quando escrito em português, o resumo deverá ter uma versão em inglês. No caso de artigo escrito em inglês ou espanhol deverá ter um resumo em inglês ou espanhol e outro em português.

**Título:** embora breve, deverá indicar com precisão o assunto tratado no artigo, focalizando bem a sua finalidade principal.

**Endereço(s) do(s) autor(es):** abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es), com chamada numérica. Descrever endereço postal (Instituição/Universidade, Centro/Faculdade, Laboratório/Departamento, estado, país) e eletrônico do autor principal. No rodapé da primeira lauda descrever somente a Instituição e Departamento dos demais autores.

**Resumo:** deverá apresentar concisamente o objetivo do trabalho, material e métodos e conclusões, em um único parágrafo. Não ultrapassar 250 palavras.

**Palavras-chave:** abaixo do resumo e separado por um espaço, citar no máximo cinco palavras-chave, separadas por vírgula. Evitar termos que apareçam no título.

**Abstract:** apresentar uma tradução para o inglês, do título do trabalho e do resumo. A seguir, relacionar também em inglês (ou espanhol) as mesmas palavras-chave (key words, palabras-clave) já citadas. Não ultrapassar 250 palavras.

**Introdução:** descrever a natureza e o objetivo do trabalho, sua relação com outras pesquisas no contexto do conhecimento existente e a justificativa da pesquisa feita.

**Material e Métodos:** apresentar descrição breve, porém suficiente para permitir uma repetição do trabalho. Técnicas e processos já publicados, exceto quando modificados, deverão ser apenas citados. Nomes científicos de espécies, bem como drogas, deverão ser citados de acordo com regras e padrões internacionais.

**Resultados:** apresentá-los acompanhado de tabelas e/ou figuras, quando necessário. As tabelas e figuras devem ser inseridas após as referências.

**Discussão:** discutir os resultados obtidos comparando-os com os de outros trabalhos publicados (resultados e discussão poderão fazer parte de um único item).

**Tabelas e Figuras:** incluir título claro e conciso que possibilite o seu entendimento sem consultas ao texto. As tabelas não deverão conter linhas verticais. No texto, use a palavra abreviada (ex.: Fig. 3). As figuras devem estar no formato jpg (fotos) ou gif (gráficos e esquemas) e com tamanho inferior a 500 Kb. As figuras originais ou com maior resolução poderão ser solicitadas após o aceite. Devem ser enviadas em arquivos individuais e nomeadas de acordo com o número da figura. Exemplos: Fig1.gif, Fig2.jpg.

**Conclusões:** serão citadas em ordem de importância. Poderão constituir um item à parte ou serem incluídas na discussão.

**Agradecimentos:** poderão ser incluídos a pessoas ou instituições.

**Referências e citações no texto:** citações no texto e referências estão diretamente vinculadas. Todos os autores citados devem figurar nas referências, exceção para informações obtidas por canais informais que deverão ser citadas apenas no texto: (JUNQUEIRA, comunicação pessoal), (JUNQUEIRA, informação verbal). A referência no



texto deve seguir o sistema sobrenome do autor e ano de publicação e deverá estar em caixa alta reduzida ou versalete, tal como: 1 autor - ALLAN (1979) ou (ALLAN, 1979); 2 autores – LOPES; MACEDO (1982) ou (LOPES; MACEDO, 1982); mais de 2 autores - BESSE *et al.* (1990) ou (BESSE et al., 1990); coincidências de autoria e ano de publicação - (CURI, 1998a), (CURI, 1998b) ou (CURI, 1998a, 1998b). Nas referências seguir as recomendações da Norma NBR 6023/2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); as referências deverão estar em ordem alfabética de primeiro autor e serem apresentadas em folha à parte. A exatidão dos dados nas referências é da responsabilidade dos autores.

#### Modelos de referências

##### 1-Monografia

MUSEU DA IMIGRAÇÃO (São Paulo, SP). **Museu da Imigração** – S. Paulo: catálogo. São Paulo, 1997. 16p.

##### 2-Monografia em meio eletrônico

KOOGAN, A.; HOUAISS, A. (Ed.). **Enciclopédia e dicionário digital 98**. Direção geral André Koogan Brreikman. São Paulo: Delta: Estadão, 1998. 5 CD-ROM.

##### 3- Artigo e/ou matéria de revista, boletim etc.

GURGEL, C. Reforma do Estado e segurança pública. **Política e Administração**, Rio de Janeiro, v.3, n.2, p.15-21, set. 1997.

##### 4- Artigo e/ou matéria de revista, boletim etc. em meio eletrônico

RIBEIRO, P.S.G. Adoção à brasileira: uma análise sócio-jurídica. **Dataveni@**, São Paulo, ano3, n. 18, ago. 1998. Disponível em: <http://www.datavenia.inf.br/frame.artig.html>. Acesso em 10 set. 2002.

##### 5- Evento

REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 68., 2001, São Paulo, **Divulgação e comunicação ao público direcionado: mostra de ciência e tecnologia 2001: livro de resumos**. São Paulo: Arquivos do Instituto Biológico. **Anais...** 2002.

6- Trabalho apresentado em evento

VITIELLO, N.; SANTOS, A. S.; BATISTA FILHO, A.; RAMIRO, Z. A. Divulgação e comunicação ao público direcionado: mostra de ciência e tecnologia 2001. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 14., 2002, São Paulo: Arquivos do Instituto Biológico. **Anais...** São Paulo: 2002, p.120.

7- Trabalho apresentado em evento em meio eletrônico

SILVA, R.N.; OLIVEIRA, R. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife; UFPe, 1996. Disponível em <http://.propesp.ufpe.br/anais/anais/educ/ce04.htm>. Acesso em: 21 jan.1997.

8 – Documento iconográfico

LEVI, R. **Edifício Columbus de propriedade de Lamberto Ramengoni à Rua da Paz, esquina da Avenida Brigadeiro Luiz Antonio:** n. 1930-33. 1997. 108f. Plantas diversas. Originais em papel vegetal.

9- Documento iconográfico em meio eletrônico

ESTAÇÃO da Cia. Paulista com locomotiva elétrica e linhas de bitola larga. 1 fotografia, p&b. In: LOPES, EDUARDO LUIZ VEIGA. **Memória fotográfica de Araraquara.** Araraquara: Prefeitura do Município de Araraquara, 1999. 1 CD-ROM.