



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL

CURSO AGRONOMIA COM LINHA DE FORMAÇÃO EM AGROECOLOGIA

GLAUCIANE DA SILVA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE SILÍCIO EM MILHO (*Zea mays*) SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797)**

LARANJEIRAS DO SUL

2018

GLAUCIANE DA SILVA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE SILÍCIO EM MILHO (*Zea mays*) SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof. Dra. Aline Pomari Fernandes

LARANJEIRAS DO SUL

2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Silva, Glauciane da
INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE SILÍCIO EM MILHO (*Zea mays*) SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) / Glauciane da Silva. -- 2018.
36 f.:il.

Orientadora: Doutora Aline Pomari Fernandes.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR , 2018.

1. *Spodoptera frugiperda*. 2. Silício. 3. Milho. I.
Fernandes, Aline Pomari, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido a graça de ter chegado até aqui.

Ao meu pai Antonio Lopes da Silva e minha mãe Lourdes de Souza da Silva pela força e por acreditarem em mim.

Ao meu marido Fernando Mattiollo pelo apoio, força e compreensão.

A minha orientadora Prof. Dra. Aline Pomari Fernandes pela ajuda e pelos ensinamentos.

A todos os meus amigos que me apoiaram e me ajudaram nesta caminhada.

Aos meus colegas de laboratório pela ajuda e troca de experiências.

RESUMO

O manejo diferenciado da cultura do milho pode levar a redução de ataque de sua principal praga, a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*. Desta forma, foi avaliado o efeito das doses de 4, 6 e 8 g de silício no solo, aplicados em plantas de milho 36 dias após o plantio no desenvolvimento da lagarta. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Fronteira Sul. Foram avaliados preferência alimentar em teste de livre escolha; mortalidade e canibalismo em teste sem chance de escolha e influência no desenvolvimento da praga, onde os parâmetros biológicos avaliados foram: mortalidade, duração do período larval e de pupa, peso de pupas e razão sexual. Nos dois primeiros bioensaios, preferência com chance de escolha e mortalidade e canibalismo, não se verificou diferença entre os tratamentos e a testemunha. Quanto ao terceiro bioensaio, a dose de 8 g de silício no solo apresentou menor tempo de duração de fase larval, no entanto, peso de pupa e razão sexual não apresentaram diferença. O maior percentual de mortalidade (45%) foi verificado também na dose de 8g de silício no solo. Diante dos resultados, é possível inferir que a dose de 8 g de silício no solo diminui período larval.

Palavras-chaves: Controle alternativo. Biologia. Lagarta-do-cartucho.

ABSTRACT

Differential management of maize crop may lead to reduced attack of its main pest, the carpiaceous caterpillar, *Spodoptera frugiperda*. In this way, the effect of 4, 6 and 8 g doses of silicon in the soil was evaluated, applied in corn plants 36 days after planting in the development of the caterpillar. The experiments were conducted in a greenhouse and in the Laboratory of Entomology of the Federal University of Southern Frontier. Food preferences were evaluated in the free choice test; mortality and cannibalism in the test with no chance of choice and influence on the development of the pest, where the biological parameters evaluated were: mortality, larval and pupal period duration, pupal weight and sex ratio. In the first two bioassays, preference with chance of choice and mortality and cannibalism, there was no difference between the treatments and the control. As for the third bioassay, the dose of 8 g of silicon in the soil showed shorter duration of larval phase, however, pupa weight and sex ratio did not present difference. The highest percentage of mortality (45%) was also verified in the dose of 8g of silicon in the soil. Considering the results, it is possible to infer that the dose of 8 g of silicon in the soil decreases larval period.

Keywords: Alternative control. Biology. Cartridge caterpillar.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cultivo do milho em casa de vegetação, 45 dias após a semeadura.....	20
Figura 2 - Placas de Petri com seções foliares dos tratamentos de forma equidistante para avaliação de preferência com chance de escolha.....	21
Figura 3 - Placas de Petri com seções foliares dos tratamentos de forma isolada, para verificação da sobrevivência de lagartas sem chance de escolha.	22
Figura 4 - Copos plásticos contendo seção foliar e uma lagarta recém-eclodida por tratamento.	23
Figura 5 – Porcentagem de mortalidade (esquerda) e canibalismo (direita) (Média±EPM) do teste de sobrevivência sem chance de escolha.....	25
Figura 6 – Porcentagem de mortalidade na fase larval.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da dieta de Kasten Jr. et, al. (1978) para criação de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith, 1797)	18
Tabela 2 - Número de lagartas (Média±EPM) de <i>Spodoptera frugiperda</i> em seções foliares de milho nos diferentes tratamentos após 24, 48 e 72 horas em teste com chance de escolha.....	23
Tabela 3 - Média±EPM do desenvolvimento larval (dias), peso de pupa (g) e razão sexual de <i>Spodoptera frugiperda</i>	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1 Objetivo geral	11
1.1.2 Objetivos específicos	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 CULTURA DO MILHO E DIMINUIÇÃO DOS RENDIMENTOS CAUSADOS POR <i>Spodoptera frugiperda</i>	13
2.2 A LAGARTA-DO-CARTUCHO, <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. SMITH, 1797) ...	14
2.3 A UTILIZAÇÃO DE SILÍCIO E O CONTROLE DE INSETOS-PRAGA.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 OBTENÇÃO E CRIAÇÃO DAS LAGARTAS	18
3.2 CULTIVO DO MILHO PARA A REALIZAÇÃO DOS TESTES	19
3.3 TRATAMENTOS E APLICAÇÃO DO SILÍCIO	20
3.4 BIOENSAIO 1: PREFERÊNCIA ALIMENTAR EM TESTE DE LIVRE ESCOLHA	20
3.5 BIOENSAIO 2: SOBREVIVÊNCIA DE LAGARTAS DE 2º INSTAR EM TESTE SEM CHANCE DE ESCOLHA	21
3.6 BIOENSAIO 3: EFEITO DO SILÍCIO NAS FASES IMATURAS DE <i>Spodoptera frugiperda</i>	22
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24_Toc531079199
5 CONCLUSÃO	30

REFERÊNCIAS.....	31
------------------	----

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho tem ampla importância para o Brasil, pois é produzida tanto em pequenas propriedades para a subsistência das famílias, quanto em grandes propriedades para abastecimento do mercado, mas além disso, possui importância nutricional, não somente para alimentação humana como também para utilização em rações para os animais (PAVÃO; FERREIRA FILHO, 2011). A produção de milho no Brasil na safra 2017/2018 foi de aproximadamente 25,6 milhões de toneladas (CONAB, 2018). Pavão, Ferreira Filho (2011) explica que o mercado de milho é promissor, pois a medida que a demanda aumenta os preços sobem e incentivam a produção no país.

No entanto, a medida que a produção e a área cultivada com a cultura aumentam, os desafios com pragas e doenças se tornam maiores e mais difíceis de controlar. Além de outras pragas, a cultura do milho é o principal hospedeiro da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (BERNARDI, 2012). O grande aumento de *S. frugiperda* como praga se dá pela sua elevada capacidade de dispersão dos adultos ao longo da distribuição de suas plantas hospedeiras Omoto et al., (2013), tornando sua sobrevivência cada vez mais viável.

Segundo Valicente (2009), mesmo com alto potencial de produtividade a cultura do milho é diretamente afetada pelo ataque de *Spodoptera frugiperda* em todos os seus estágios de desenvolvimento. Popularmente conhecida como lagarta-do-cartucho, a mesma possui o hábito de se alojar no cartucho da planta, tendo assim um lugar protegido e de difícil acesso para seu controle.

O controle de *S. frugiperda* não está sendo uma tarefa fácil, pois o inseto possui resistência a maioria dos grupos químicos de inseticidas presentes no mercado atualmente (BERNARDI, 2012). Uma outra forma de controle para a praga é a utilização de plantas de milho Bt, que tem se mostrado bastante eficiente. Contudo, o inseto possui grande capacidade reprodutiva, com intervalo relativamente curto entre as gerações, a polifagia e a ampla utilização de soja, milho e algodão Bt tem feito repetidas pressões de seleção sobre o gene Bt nas populações da espécie, aliado a isso as proteínas Bt possuem o mesmo sítio de ação e conformidade estrutural, permite com que a praga tenha condições favoráveis para evolução de sua resistência (BERNARDI, 2012). Sendo estas os dois métodos principais de controle da praga, se faz necessário o desenvolvimento de métodos alternativos de controle.

Dentre os manejos que podem ser realizados na cultura do milho, a utilização de silício pode ser importante fonte de proteção contra o ataque da praga na cultura, pois ele pode induzir a uma maior tolerância da planta ao ataque do inseto, além de ser uma fonte sustentável em substituição aos produtos químicos. Esta indução de defesa nas plantas se dá em razão da formação de barreiras mecânicas e químicas, aumentando assim a síntese de toxinas que agem como substâncias inibidoras ou repelentes (MARSCHNER, 1995 apud LOPES, 2005).

Desta forma se faz necessário a busca por alternativas que possam ser eficientes e de baixo custo para os agricultores, sendo que o silício em diversos estudos tem mostrado resultados bem significativos no controle deste inseto. Porém ainda é necessário encontrar a dose certa para melhor controle do mesmo.

Goussain et al., (2002) obteve resultados significativos quanto a mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* quando submetidas ao consumo de folhas de milho tratadas com silício na dose de 16 mL de solução de silicato de sódio/vaso, mostrando assim que o silício possui capacidade de induzir resistência pelas plantas ao ataque da praga. O autor mostra ainda que folhas tratadas com silício induzem lagartas de *S. frugiperda* ao canibalismo, esse comportamento, segundo ele, é expresso de forma mais acentuada quando sujeitas ao estresse alimentar.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da aplicação de silício no solo para a cultura do milho sobre o desenvolvimento de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797).

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a mortalidade e o canibalismo de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com milho tratados com silício;

- Avaliar o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com milho tratados com silício;

- Avaliar a preferência de *Spodoptera frugiperda* entre os tratamentos utilizados;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CULTURA DO MILHO E DIMINUIÇÃO DOS RENDIMENTOS CAUSADOS POR *Spodoptera frugiperda*

A cultura do milho é uma das mais importantes do mundo, tanto do ponto de vista econômico, quanto do ponto de vista social, sendo o grão mais consumido. Sua utilização vai desde uso na alimentação até o uso na indústria e energético, sendo que sua principal utilização é na fabricação de ração para animais (BARROS et al., 2015).

Um dos maiores problemas enfrentados no cultivo do milho, sendo o mais problemático e preocupante é o controle de pragas segundo Lima et al., (2015), sobretudo de lagartas, limitando rendimentos e lucratividade da lavoura. Os cultivos sucessivos permitem a sobrevivência de elevadas populações do inseto no campo e o fluxo contínuo de mariposas entre plantas hospedeiras, levando à grandes infestações do inseto no campo (OMOTO et al., 2013).

A tecnologia dos transgênicos trouxe esperança de controle *para Spodoptera frugiperda* porém sem as prevenções adequadas a chance de quebra de resistência da tecnologia Bt é alta (MARTINELLI; OMOTO, 2005). O milho Bt é um milho geneticamente modificado, onde foram introduzidos no mesmo genes específicos da bactéria de solo, *Bacillus thuringiensis* (Bt), que promovem a produção de uma proteína tóxica específica no milho para determinados grupos de insetos (WAEUIL et al., 2011). Segundo Omoto et al., (2013) essa resistência da praga em relação aos inseticidas e cultivos Bt, se dá pelo fato da *Spodoptera frugiperda* ser uma praga polífaga, atacando diversas culturas, apresentar alto potencial reprodutivo, deixando muitos descendentes na cultura, apresentar alta capacidade de dispersão. Outro fator que ainda colabora para esta resistência que são as condições climáticas que em algumas regiões do país permite o desenvolvimento da praga durante o ano todo, tudo isso combinado com o alto potencial de seleção que essas tecnologias desenvolvem sobre o inseto, que seleciona e deixa no campo somente os indivíduos mais resistentes e de difícil controle.

O grande aumento nas populações deste inseto tem levado ao crescimento no uso de inseticidas, conseqüentemente elevando os custos de produção, aumentando resíduos tóxicos no grão e elevando os casos de intoxicação em homens e animais (PICANÇO et al., 2003).

Diez-Rodriguez; Omoto (2001) explicam que as aplicações de inseticidas para controle da lagarta estão tendo pouca eficácia. Produtos antes aplicados com boa eficiência já não estão dando o mesmo resultado, este fato se dá pelo aumento na frequência e intensidade de uso de inseticidas para o controle da lagarta, esta que a cada ano vem aumentando suas populações no campo.

2.2 A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797)

Esta praga foi identificada no ano de 1797 nos Estados Unidos. No Brasil um surto foi relatado no ano de 1964, causando danos na cultura do milho, arroz e pastagens. Pelo clima favorável e pela disponibilidade de alimento no Brasil, *Spodoptera frugiperda* pode ser encontrada em todas as regiões do país (CRUZ, 1995).

A lagarta-do-cartucho é uma praga polífaga, que se alimenta de culturas como o milho, algodão, arroz, milheto, sorgo e soja. Os danos causados por este inseto vem aumentando a cada ano na medida que houve a seleção da resistência aos inseticidas e a modificação no sistema de produção dos cultivos (OMOTO et al., 2013).

A lagarta em estágio larval causa dano em todos os estádios de desenvolvimento da cultura, ataca principalmente as plantas jovens, causando sérias injúrias e diminuindo a produção. É uma das pragas mais importantes da cultura, sendo a de mais difícil controle (RUBIN, 2009).

Os ovos são colocados em massas protegidas por escamas que são da própria mariposa, sendo depositados diretamente sobre a folha ou em regiões próximas. O número de posturas é bem variado, podendo uma fêmea realizar oito posturas no mesmo dia. O número de ovos por postura também varia bastante, podendo chegar a uma média de 250 ovos (CRUZ, 1995). Cerca de 3-4 dias após a oviposição as lagartas eclodem, estas possuem a capacidade de tecer fios de seda para se protegerem dos inimigos naturais (CRUZ, 1995). Logo que eclodem, as lagartas já começam a se alimentar da epiderme da folha verde ao redor do local que estavam os ovos, logo depois, migram para o cartucho do milho, raspando as folhas mais novas, no outro lado da folha a epiderme membranosa permanece intacta, esse hábito de raspagem da folha é característico das espécies do gênero, sendo assim fácil sua identificação a campo (PAROLIN, 2012).

A durabilidade dos instares varia de acordo com a temperatura do ambiente, sendo 6 o número de instares da fase larval. As larvas maiores migram para diferentes partes da planta para se alimentarem, sendo normalmente encontrada uma lagarta em cada local, dificilmente mais de uma lagarta será encontrada na mesma região da planta, pois nesta espécie há um alto grau de canibalismo (CRUZ, 1995).

Quando as larvas estão maiores começam a fazer buracos nas folhas. Ao atingir do quarto ao sexto instar podem destruir completamente pequenas plantas, ou ocasionar sérias injúrias para a plantação (WAQUIL, 2008).

As injúrias ocasionadas nas plantas recém-emergidas são semelhantes ao ataque da lagarta rosca, pois cortam o colmo próximo ao solo. Quando o ataque é muito intenso e o ciclo do milho é mais precoce as lagartas mais desenvolvidas podem se direcionar para a espiga, atacando o pedúnculo e impedindo a formação dos grãos. O ataque ainda pode ser mais severo, quando as lagartas entram na espiga pela porção basal e se alimentam dos grãos já formados (CRUZ, 1995).

Quando a larva está completamente desenvolvida a mesma se dirige para o solo, onde se inicia a fase de pré-pupa, a duração deste período também é influenciada pela temperatura. Tanto a fase de pré-pupa quanto de pupa podem ocorrer no solo, no cartucho da planta ou na espiga (CRUZ, 1995).

Depois que as mariposas emergem, estas permanecem escondidas próximo ao solo ou nos cartuchos e folhas mais baixas das plantas de milho (PAROLIN, 2012). Sua atividade começa no fim do dia, preferindo se acasalar no período da noite. As fêmeas fazem oviposição com cerca de 4 dias após sua emergência (VIANA e OLIVEIRA, 2010).

2.3 A UTILIZAÇÃO DE SILÍCIO E O CONTROLE DE INSETOS-PRAGA

O silício está associado a diversos efeitos benéficos por meio de ações indiretas, como aumento na capacidade fotossintética, plantas mais eretas, redução na transpiração, aumento da resistência mecânica das células, maior resistência a insetos e doenças, diminui efeito tóxico de Mn, Fe e aumento na absorção e metabolismo de elementos, como por exemplo o P (LANA et al., 2003). Além disso, confere resistência às plantas através de sua deposição, onde o mesmo forma uma

barreira mecânica (GOUSSAIN, 2002), ou ainda pode agir como elicitador do processo de resistência induzida.

Além dos diversos benefícios que o silício vem conferindo as espécies de plantas, a adubação silicatada aumenta os níveis de produtividade das culturas (RODRIGUES et al., 2007). Carvalho et al., (1999) constatou que plantas de sorgo tratadas com silício reduziu pela metade o número de afídeos presentes nas folhas em relação aquelas que não foram tratadas, possivelmente pela barreira mecânica em função da deposição do silício nas paredes das células.

Segundo Buck (2010) as células epidérmicas ficam mais espessas e com uma maior lignificação e ou silificação, formando uma barreira mecânica que limita a perda de água e dificulta a penetração de hifas de fungo e o ataque de insetos. Alguns países estão empregando o silicato em pulverizações, com a finalidade não só de adubação foliar como também no controle de pragas (CAMARGO, 2011). A deposição de silício nas plantas é influenciado por diversos fatores, tais como, idade da planta tipo e localização dos tecidos envolvidos na absorção através das raízes, além da transpiração, tais fatores podem levar a uma maior ou menor absorção do elemento pela planta (BUCK, 2010).

Segundo Camargo (2011) o silicato de cálcio (CaSiO_3) está sendo utilizado como fonte para aplicação direta no solo para estudos a fim de observar a interação do micronutriente aplicado e seu efeito sobre insetos pragas. O silício apresentou resultados significativos em pesquisas com o pulgão *Schizaphis graminum*, em trigo e sorgo; lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda*, em milho; broca-do-colmo *Eldana saccharina*, em cevada; broca do colmo *Diatraea saccharalis*, em arroz (LIMA FILHO, 2005).

Uma vantagem na utilização do silício como adubação é que o mesmo não possui efeito negativo sobre a população de inimigos naturais, além de não ser tóxico ao homem e apresentar boa compatibilidade com outras técnicas e formas de controle. Outro ponto positivo é que o mesmo não causa os mesmos problemas relacionados aos inseticidas (CAMARGO, 2011) como intoxicação, resíduos no alimentos e contaminação do meio ambiente

Segundo Neri (2005) a aplicação de silício na cultura do milho pode elevar o grau de resistência das plantas, reduzindo o grau de infestação e danos causados por *Spodoptera frugiperda*. Ainda, Lima filho (2005) salienta que quando a planta sofre

algum dano por um invasor a mesma aumenta a absorção de silício, como constatado em *Citrus* e pastinaca.

Júnior Pereira (2008) explica que mesmo não sendo essencial o silício traz inúmeros benefícios para a planta, onde plantas que crescem em um ambiente rico em silício se diferem daquelas onde há deficiência do elemento, apresentando menor resistência mecânica das células ao ataque de fungos e pragas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de Vegetação e Laboratório de Entomologia, da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Laranjeiras do Sul* – PR.

3.1 OBTENÇÃO E CRIAÇÃO DAS LAGARTAS

A coleta das lagartas foi realizada no dia 10 de fevereiro de 2018, em uma propriedade rural localizada na cidade de Laranjeiras do Sul/PR. As mesmas foram reproduzidas utilizando dieta artificial (Tabela 1) proposta por Kasten Jr. et. al. (1978), até a obtenção de uma população suficiente para realização dos experimentos.

Tabela 1 - Composição da dieta de Kasten Jr. et. al. (1978) para criação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)

Ingredientes	Quantidade
Feijão carioca	165 g
Germe de trigo	79,20 g
Levedura de cerveja	50,50 g
Ácido ascórbico	5,10 g
Nipagin (metilparahidroxibenzoato)	3,15 g
Benzoato de sódio	1,65 g
Formaldeído	12,50 mL
Ágar	25,50 g
Água destilada	1195 mL

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

A metodologia de criação foi adaptada de Santiago (2005), onde as dietas foram preparadas e armazenadas em copinhos plásticos de 50 mL preenchidos com cerca de ¼ de dieta artificial e postas sob refrigeração média (8°C), sendo que horas antes de sua utilização foram retiradas para atingirem temperatura ambiente. Os ovos foram mantidos em placas de Petri, forradas com papel filtro umedecido e vedadas com filme plástico PVC, até a eclosão das larvas. Posteriormente, foram adicionadas dietas para que as lagartas pudessem se alimentar até alcançarem o terceiro instar,

quando então era feita a repicagem, que consiste no acondicionamento individualizado das lagartas em copinhos plásticos com dieta, sendo vedados com tampinha de papelão fino.

A substituição das dietas foi realizada quando ocorria desidratação da mesma, sendo avaliado o instar para acompanhar o desenvolvimento das lagartas, até que atingissem a fase de pupa, onde foi realizada a identificação dos sexos.

Identificados os sexos, as pupas foram colocadas sobre uma placa de isopor revestida com papel filtro umedecido e cobertas com copinhos identificados com o sexo, permanecendo assim até a emergência dos adultos.

Após a emergência, 2 casais foram acondicionados em gaiolas. As gaiolas eram compostas de cano de PVC com 20 cm de altura e 10 cm de diâmetro, revestidos por sulfite A4 para que as mariposas pudessem depositar seus ovos, sendo a base composta por um gerbox com papel filtro umedecido e cobertas por um tecido tipo "Voil". A alimentação das mariposas foi feita com algodão embebido em solução melífera a 10%. As mariposas foram mantidas nas gaiolas até a 5ª postura e os ovos foram retirados diariamente e acondicionados em placas de Petri, sendo utilizados para os experimentos ou manutenção da criação.

3.2 CULTIVO DO MILHO PARA A REALIZAÇÃO DOS TESTES

Foram utilizadas sementes de milho crioulo da variedade SCS 155 Catarina, que possui um ciclo normal e polinização aberta, indicada para a região sul e tolerante às principais doenças. Foram adquiridas na cidade de Anchieta-SC. As sementes foram semeadas em vasos de 12 L, contendo 2 plantas/vaso, num total de 15 vasos. Para a adubação foi realizada análise de solo e a recomendação foi baseada no Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná, onde depois de realizado os cálculos obteve-se os seguintes resultados: 106,5g de calcário/vaso, 0,035g de Bórax por vaso, 25g de adubo orgânico/vaso e 1g de fosfato natural/vaso, onde o calcário foi incorporado no solo 5 dias antes da semeadura, o Bórax (adubo orgânico) e o fosfato natural foram incorporados ao solo no momento da semeadura. Após 7 dias foi realizado adubação de cobertura com sulfato de potássio, correspondente a 0,56 g/vaso. Os vasos foram mantidos na casa de vegetação da Universidade Federal da Fronteira Sul, a irrigação foi observada diariamente e as plantas regadas

manualmente com auxílio de um regador, para que atingissem a capacidade de campo (Figura 1).

Figura 1 - Cultivo do milho em casa de vegetação, 45 dias após a sementeira.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

3.3 TRATAMENTOS E APLICAÇÃO DO SILÍCIO

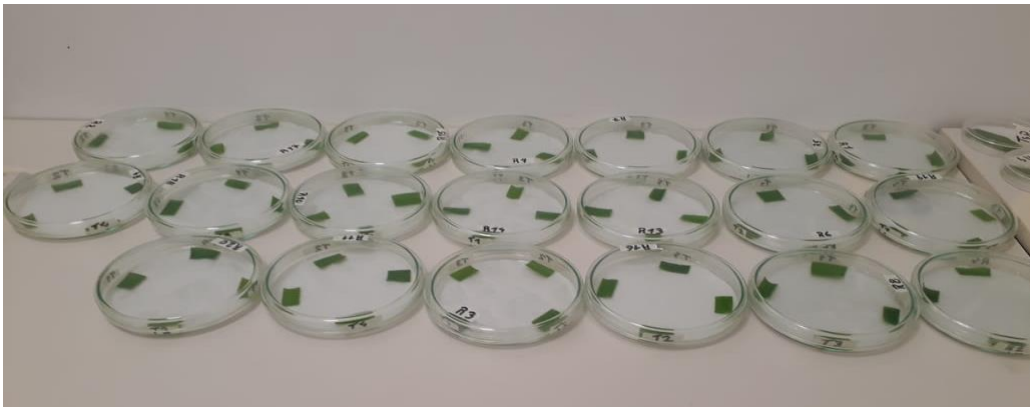
Os tratamentos utilizados foram: T₁: Testemunha (sem aplicação de silício); T₂: 4 g de silício no solo; T₃: 6 g de silício no solo e T₄: 8 g de silício no solo. O silício comercial utilizado foi o Diaflow[®], um dióxido de silício precipitado, as doses foram de 4 g, 6 g e 8 g de nanosílica + 400 ml de água destilada/vaso, a aplicação foi realizada no solo ao redor das plantas de milho 36 dias após o plantio.

3.4 BIOENSAIO 1: PREFERÊNCIA ALIMENTAR EM TESTE DE LIVRE ESCOLHA

Lagartas recém-eclodidas (até 24 h) e seções foliares de 3 cm de comprimento dos 4 tratamentos, foram dispostas aleatoriamente e equidistantes em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, com fundo revestido com papel filtro umedecido. Foram liberadas 10 lagartas no centro de cada placa. Após 24, 48 e 72 h foram contabilizadas

as lagartas encontradas em cada tratamento (Figura 2). O experimento foi mantido em sala climatizada regulada à $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12 h e umidade relativa de $80\pm 10\%$. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 20 repetições.

Figura 2 - Placas de Petri com seções foliares dos tratamentos de forma equidistante para avaliação de preferência com chance de escolha.



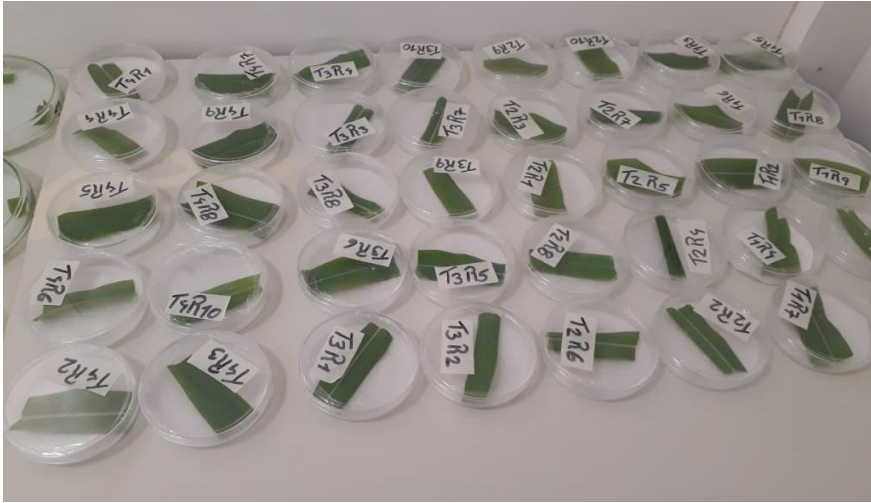
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

3.5 BIOENSAIO 2: SOBREVIVÊNCIA DE LAGARTAS DE 2º INSTAR EM TESTE SEM CHANCE DE ESCOLHA

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 10 repetições, comparando-se a mortalidade e o canibalismo de lagartas alimentadas com plantas tratadas ou não com silício. Cada parcela foi constituída por placa de Petri de 10 cm de diâmetro, com fundo revestido de papel filtro umedecido, onde foi colocada uma seção foliar de 10 cm de comprimento. Sobre a folha foram liberadas 20 lagartas recém-eclodidas (até 24 h). As lagartas permaneceram neste conjunto até atingirem o 3º instar, sendo a seção foliar trocada diariamente (Figura 3). O experimento foi mantido em sala climatizada regulada à $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12 h e umidade relativa de $80\pm 10\%$.

Foram avaliados, ao final do experimento, a mortalidade e o canibalismo ao final do 2º instar, onde foram consideradas lagartas mortas àquelas que apresentaram o corpo sem mutilação. O canibalismo foi considerado quando as lagartas mortas estavam mutiladas ou encontravam-se somente as capsulas cefálicas (Figura 3).

Figura 3 - Placas de Petri com seções foliares dos tratamentos de forma isolada, para verificação da sobrevivência de lagartas sem chance de escolha.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

3.6 BIOENSAIO 3: EFEITO DO SILÍCIO NAS FASES IMATURAS DE *Spodoptera frugiperda*

O delineamento foi de blocos casualizados, com 4 tratamentos e 4 repetições ($n=5$). Cada bloco foi constituído por cinco copos plásticos com capacidade de 50 ml, nos quais foram colocados um pedaço de folha de aproximadamente 4 cm² e uma lagarta recém-eclodida (até 24 h) para cada copo. As seções foliares foram trocadas diariamente, ofertando-se alimento “*ad libitum*” (Figura 4). Os copos foram mantidos em câmara climatizada regulada à temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12 h e umidade relativa de $80\pm 10\%$.

Foram avaliados: duração da fase larval; mortalidade na fase larval, peso de pupas (24 h após a transformação) e razão sexual, onde a razão sexual foi determinada baseado no seguinte cálculo: $RS = \frac{\text{Número de fêmeas}}{\text{(número de machos + fêmeas)}}$. Onde o resultado representa a quantidade de fêmeas para cada macho presente no tratamento.

Figura 4 - Copos plásticos contendo seção foliar e uma lagarta recém-eclodida por tratamento.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$) através do programa SISVAR 5.6.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste de preferência com chance de escolha não houve diferença entre os tratamentos, em nenhum dos tempos analisados (24, 48 e 72 h) (Tabela 2). Sendo assim, não houve preferência entre os tratamentos que receberam doses de silício e a testemunha durante os 3 primeiros dias de alimentação das lagartas (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de lagartas (Média±EPM) de *Spodoptera frugiperda* em seções foliares de milho nos diferentes tratamentos após 24, 48 e 72 horas em teste com chance de escolha.

Tratamentos	24 H	48 H	72 H
Testemunha	2,70±1,31 ^{ns}	2,40±1,05 ^{ns}	2,30±0,99 ^{ns}
4 g de silício no solo	3,05±1,24	2,60±1,11	2,35±1,02
6 g de silício no solo	2,35±1,39	2,30±1,16	1,80±1,07
8 g de silício no solo	1,80±1,20	1,90±1,03	2,30±1,12
CV (%)	67,31	51,73	50,88

Média±EPM com diferenças não significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

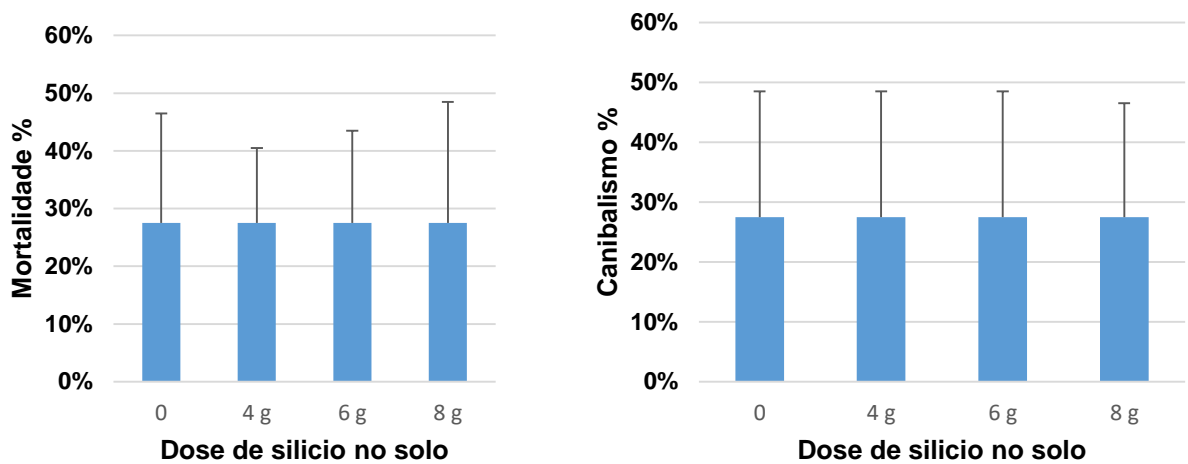
O resultado não significativo entre os tratamentos em nenhum dos períodos avaliados (24 h, 48 h e 72 h), pode ter sido influenciado pelo elevado coeficiente de variação apresentado pelos dados, uma vez que houve alta variação entre as repetições de cada tratamento. Este resultado assemelha-se com os dados obtidos por NERI et al., (2005), onde foi testado silício no solo e foliar em combinação com inseticida, e não houve diferença entre nenhum dos tratamentos. Os resultados obtidos também podem estar correlacionados ao período de avaliação, sendo, possivelmente muito curto para que as lagartas pudessem desenvolver alguma reação ao tratamento.

Alvarenga (2014) encontrou resultados semelhantes em seu experimento. Para os testes o autor teve os seguintes tratamentos: testemunha, silício no solo (1%), ácido giberélico e silício no solo+ácido giberélico. No teste de livre escolha não houve diferença entre a testemunha e onde foi somente aplicado silício no solo. Já no tratamento que foi combinado silício+ácido giberélico houve diferença em relação a testemunha que não foi aplicado nenhum tratamento, segundo o autor a aplicação do ácido giberélico aumenta a absorção de silício pela planta tendo a mesma uma melhor resposta na presença de um tratamento hormonal, aumentando a resistência ao ataque da praga.

No experimento sem chance de escolha também não houve diferença entre os tratamentos, mostrando também que as doses de silício aplicadas no solo não

apresentaram diferença sobre a mortalidade e o canibalismo de lagartas ao final do 2º instar, obtendo-se os valores semelhantes de mortalidade e canibalismo (Figura 5).

Figura 5 – Porcentagem de mortalidade (esquerda) e canibalismo (direita) (Média±EPM) do teste de sobrevivência sem chance de escolha.



Estes resultados corroboram com os obtidos no teste de livre escolha, onde também não houve diferença entre os tratamentos, mostrando assim que em curto período de tempo o silício nestas doses não apresenta efeito sobre o ataque da praga, possivelmente sendo necessário maior tempo de exposição para apresentar controle sobre a lagarta.

Neri et al., (2005) testaram silício no solo, silício foliar e inseticida obtiveram resultado significativo sobre a mortalidade de *S. frugiperda* somente nos testes onde foi realizada a combinação entre silício tanto no solo quanto foliar juntamente com inseticida, já nos tratamentos onde foi aplicado somente silício no solo ou silício foliar não houve diferença entre os tratamentos e a testemunha.

O canibalismo também não diferiu entre os tratamentos, onde já que o silício não teve efeito sobre o consumo das lagartas, estas não desenvolveram o comportamento de canibalismo, Goussain et al., (2002) explica que este comportamento de canibalismo entre as lagartas é mais expressivo quando estas passam por algum estresse alimentar.

No teste em que as lagartas foram submetidas ao tratamento com as doses de silício durante todo seu desenvolvimento larval, houve diferença entre os tratamentos (Tabela 3). O tratamento que recebeu a dose de 8 g de silício no solo se diferiu do tratamento que recebeu 6 g de silício e da testemunha, não apresentou diferença

quanto ao tratamento que recebeu a dose de 4 g, porém o tratamento com 4 g não se diferiu da testemunha, sendo assim somente a dose de 8 g diminuiu o período de desenvolvimento da fase jovem. Provavelmente, as lagartas apresentaram estresse alimentar, acelerando assim seu ciclo para que pudessem garantir sua sobrevivência.

Tabela 3 - Média±EPM do desenvolvimento larval (dias), peso de pupa (g) e razão sexual de *Spodoptera frugiperda*

TRATAMENTO	DESENVOLVIMENTO (DIAS)	PESO DE PUPA (G)	RAZÃO SEXUAL
Testemunha	16,16±0,59 b	0,20±0,15 ^{ns}	0,23±0,45 ^{ns}
4 g de silício no solo	15,54±0,49 a b	0,17±0,10	0,58±0,53
6 g de silício no solo	16,25±0,73 b	0,18±0,09	0,45±0,41
8 g de silício no solo	15,12±0,5 a	0,17±0,08	0,58±0,53
CV (%)	2,5	7,9	48,09

Média±EPM seguidas da mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse estresse alimentar Goussain et al. (2002) explicam que se dá pela dificuldade da lagarta em se alimentar das folhas tratadas com silício, isso porque o silício torna os tecidos mais rígidos formando barreira mecânica e dificultando a raspagem das folhas pelas lagartas de primeiros instar e quando estas estão em fases mais desenvolvidas a deposição do silício nos tecidos causa o desgaste de sua mandíbula. Já que as lagartas apresentaram menor duração larval no tratamento que recebeu a dose de 8 g de silício quando foram alimentadas durante todo o período larval, podemos observar que o silício nesta dose apresenta resultado somente quando as lagartas são alimentadas por maior período, reforçando os dados de que em curto período de tempo o silício não apresentou efeito sobre preferência, mortalidade e canibalismo, sendo necessário período maior para que ocorra o controle da praga.

Alvarenga (2014) testou o silício na dose de 5 g/vaso, onde o desenvolvimento da fase larval não apresentou diferença entre o tratamento com silício e a testemunha. Podemos observar neste teste que as doses de 4 e 6 g de silício não se diferiram da testemunha, mostrando assim que somente doses acima de 6 g parecem interferir na duração larval de *Spodoptera frugiperda*. Sendo assim, a dose de 8g de silício no solo/vaso é capaz de diminuir o número de dias de duração da fase larval.

Este resultado se contrapõe ao obtido por Goussain et al., (2002) que não verificaram resultados significativos quanto ao número de dias da fase larval, sendo observada média de 17,0 dias de duração do período larval para todos os tratamentos avaliados. No presente trabalho, a média que diferiu da testemunha com relação ao período de desenvolvimento larval foi de 15,12 dias (Tabela 3), inferindo que na concentração de 8 g de silício as lagartas de *Spodoptera frugiperda* tem menor período de desenvolvimento larval.

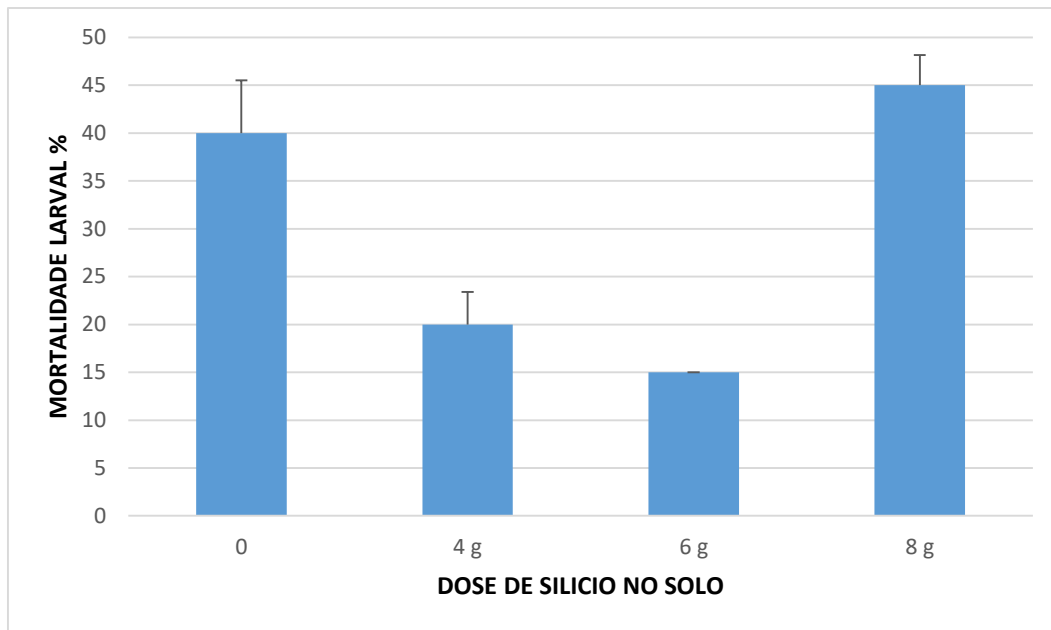
Parolin (2012) obteve resultados semelhantes quando testou silício, onde os grupos de tratamentos que tiveram menores dias de duração de fase larval foram aqueles em que tinha aplicação de silício em conjunto com herbivoria prévia e aplicação de ácido giberélico, mostrando assim que o silício possui a capacidade de diminuir a duração da fase larval.

Já para os parâmetros peso de pupa e razão sexual não houve diferença entre os tratamentos. Os dados de razão sexual mostram que a proporção entre fêmeas e machos não foi de 1:1, mas sim menos fêmeas em relação a machos para todos os tratamentos, indicando que os tratamentos com silício e a testemunha não interferem na razão sexual. Já no peso de pupa indica que não houve diferença no consumo das lagartas entre os tratamentos, permitindo assim que as mesmas pudessem alcançar peso suficiente para completar seu desenvolvimento semelhante a testemunha.

Estes resultados se assemelham aos obtidos por Alvarenga (2014) quando testou aplicação de silício e ácido giberélico em plantas de milho para controle de *S. frugiperda*, onde não foram encontradas diferenças entre os tratamentos, sendo assim o silício nestas doses não interferem nestes dois parâmetros.

Os resultados encontrados para mortalidade na fase larval, não diferiram entre os tratamentos, porém observou-se um elevado coeficiente de variação, que pode ter colaborado para que as médias não se diferissem, no entanto estes resultados se assemelham aos encontrados na literatura (Figura 6).

Figura 6 - Porcentagem de mortalidade na fase larval.



Médias+EPM não significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV=66,67%

Goussain et al., (2002) também não verificaram interferência do silício no peso de pupas, porém encontrou alta porcentagem de mortalidade na fase larval, semelhantemente aos resultados obtidos neste trabalho. Os autores explicam que a alta taxa de mortalidade das lagartas no tratamento com silício nos primeiros instar pode estar relacionado a dificuldade de alimentação, onde elas não conseguiram raspar os alimentos que continham maior dose de silício aplicados, possivelmente pela maior rigidez dos tecidos, já quando maiores a mortalidade está associada a maior deposição do elemento nas paredes das células, formando uma barreira mecânica, tornando assim o alimento mais duro e causando desgaste das mandíbulas das lagartas.

Ainda não se sabe ao certo o que pode ter causado a elevada taxa de mortalidade na testemunha, não sendo encontrado na literatura alguma explicação. Contudo, mesmo com alta taxa de mortalidade na testemunha podemos observar que o tratamento que recebeu a dose de 8g de silício obteve uma porcentagem de mortalidade superior aos demais, mostrando assim que o silício nesta concentração interfere no ataque da lagarta na cultura, diminuindo sua população em até 45% na fase larval.

Silva et al., (2014) obteve resultados semelhantes quanto a taxa de mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda*, onde o autor testou plantas de algodoeiro com e sem silício, onde a cv. BRS Cedro teve uma maior mortalidade de lagartas quando aplicado silício. Essa maior mortalidade está relacionada a barreira mecânica formada pela deposição do silício nos tecidos foliares, tornando estes tecidos mais rígidos e assim dificultando a alimentação das lagartas.

Neri et al., (2009) testaram doses de lufenuron na presença e na ausência de silício, onde puderam constatar uma alta mortalidade na fase larval quando aplicaram meia dose do produto em conjunto com o silício, obtendo neste caso 40% a mais de mortalidade do que no tratamento sem adição de silício, mostrando assim que o silício pode aumentar as taxas de mortalidade em lagartas de *Spodoptera frugiperda*.

Antunes et al., (2010) obtiveram resultados semelhantes quando testaram plantas de milho com e sem adição de silício, onde a maior taxa de mortalidade foi encontrada no tratamento em que foi adicionado silício, desta forma o silício aumenta a mortalidade de lagartas na fase larval.

5 CONCLUSÃO

Podemos concluir com este trabalho que a dose de 8 g de silício aplicado no solo diminui a duração do desenvolvimento larval.

REFERÊNCIAS

CONAB. **Acompanhamento da safra de grãos brasileira**. Observatório agrícola, V. 5 - SAFRA 2017/18 - N. 7 - Sétimo levantamento | ABRIL 2018. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em:

<file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/BoletimZGraosZabrilZ2018%20(1).pdf>
Acesso: 15 agost. 2018.

ALVARENGA, R.. **Acúmulo de silício em milho induzido por ácido giberélico sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidóptera: Noctuidade) e no crescimento da planta**. Lavras: UFLA, 2014. 48 p.:il. Disponível

em:<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1810/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Ac%C3%BAmulo%20de%20sil%C3%ADcio%20em%20milho%20induzido%20por%20%C3%A1cido%20giber%C3%A9lico%20sobre%20Spodoptera%20frugiperda%20%28Lepid%C3%B3ptera%20Noctuidade%29%20e%20no%20crescimento%20da%20pl ant.pdf> Acesso: 19 nov. 2018.

ANTUNES, C.S.; MORAES, J.C.; COSTA, M.B.; ANTONIO, A.; LIMA, R.K.

DESENVOLVIMENTO DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) EM MILHO E GIRASSOL TRATADOS COM SILÍCIO. XIX

CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA. 27 de setembro a 01 de outubro de 2010. Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/lavras/resumos/261.pdf>>
Acesso em: 20 nov. 2018.

BARROS, G.S.C.; ALVES, L.R.A. **Maior eficiência econômica e técnica depende do suporte das políticas públicas**. Visão agrícola, USP, ESALQ, ano 9 jul, dez 2015. Volume 13. 176 p. Disponível em:

<<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA13-Milho.pdf>>
Acesso em: 19 nov. 2018

BERNARDI, O.. **Avaliação do risco de resistência de lepidópteros-praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soja MON 87701 x MON 89788 no Brasil**. Universidade de São Paulo, Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 116 p. 2012 Disponível em:

<file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Oderlei_Bernardi.pdf> Acesso em: 20 nov. 2018

BUCK, G.B. **Método para determinação de silício solúvel em fertilizantes**.

Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Ciências Agrárias. Programa de Pós-graduação em Agronomia. 2010. Disponível em:

<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/12052/1/Tese%20Guilherme.pdf>>
Acesso em: 30 out. 2018

CAMARGO, J. M. M.. **Seleção de clones, absorção e translocação de silício, e seu efeito sobre a população do psílideo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Moore) (Hemiptera: Psyllidae) em plantas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn**. Curitiba-2011. 104 f.: il, 30 cm. Disponível em:

<<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26341/Tese%20corrigida.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 18 nov. 2018.

CAMPOS, H. B. N.. **PULVERIZAÇÃO CONJUGADA À FERTILIZAÇÃO PARA CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM DIFERENTES HÍBRIDOS DE MILHO, EM FUNÇÃO DO VOLUME DE CALDA E PONTA DE PULVERIZAÇÃO.** FCAV/UNESP, Jaboticabal, 2013. Iv, 85 f. : il.; 28 cm. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99047/000738903.pdf?sequence=1>> Acesso em: 15 out. 2018.

Carvalho, S.P.; Moraes J.C.; Carvalho, J.G. **Efeito do silício na resistência de plantas de do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae).** Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. v.28, p.505-510. 1999.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho.** Circular técnica no 2 1 Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 1995. Disponível em: <<file:///C:/Users/ferna/Downloads/circ21.pdf>> Acesso em: 20 maio 2018.

DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; OMOTO, C. **PROTEÇÃO DE PLANTAS.** Herança da Resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a Lambda-Cialotrina. **Neotropical Entomology** 30(2): 311-316 2001 6p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v30n2/a16v30n2>> Acesso em: 12 out. 2018.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; NERI, D.K.P. Adubação com Silício como fator de Resistência a Insetos-Praga e Promotor de Produtividade em Cultura de Batata Inglesa em Sistema Orgânico. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 18-23, jan./fev., 2009

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** 31 (2) 305-310, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v31n2/a19v31n2.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2018.

KASTEN JUNIOR, A.A.; PRECETTI, C.M.; PARRA, J.R.P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (J.E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. **Revista de Agricultura**, v.53, p.68-78, 1978.

LANA, R.M.Q.; KORNDORFER, G.H.; ZANÃO JÚNIOR, L.A.; SILVA, A.F.; LANA, A.M.Q. Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no Tomateiro. **Original Article. Biosci. J.**, Uberlândia, v.19, n.2, p. 15-20, May/Aug. 2003.

LIMA FILHO, O.F. **O silício e a resistência das plantas ao ataque de fungos patogênicos.** **Revista IL RISO.** v. 28, p.235-253, 2015. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/noticias/artigos/folder.2005-artigo> Review of recent research> Acesso em: 22 out. 2018.

LOPES, F. C. A.. **EFEITO DE FONTES DE SILÍCIO NO CONTROLE DE *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* EM TOMATEIRO (*Lycopersicum esculentum* Mill.).** Lavras, Minas gerais. Brasil, 2005. UFLA, 67 p.il. Disponível

em:<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2547/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Efeito%20de%20fontes%20de%20sil%C3%ADcio%20no%20controle%20de%20Fusarium%20oxysporum%20f.%20sp.%20lycopersici%20em%20tomateiro%20%28Lycopersicon%20esculentum%20Mill.%29.pdf> Acesso em: 20 nov. 2018.

MARTINELLI, S.; OMOTO, C. Resistência de insetos a plantas geneticamente modificadas. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n.34, p.67-77, 2005.

NERI, D.K.P.; GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; GÓES, G.B. de; MARROCOS, S.T.P. Influência do silício na suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) ao inseticida lufenuron e no desenvolvimento de plantas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1633-1638, set, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n6/a235cr366.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2018

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) (J. E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) em milho. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1167-1174, nov./dez., 2005. Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Interaction_of_silicon_with_growth_regulating_inse.pdf> Acesso: 10 set. 2018.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E. FARIAS, J.R. **Manejo da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) a inseticidas e plantas Bt.** ESALQ/USP, Piracicaba-SP, junho de 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/_Folder-IRAC-Spodoptera-2013.pdf> Acesso: 22 set. 2018

PALORIN, F.J.T. **Aspectos Biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em Milho sob Efeito de Silício, Ácido Giberélico GA₃ e Herbivoria Prévia.** Lavras: UFLA, 2012. 44 p.: il. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/308/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Aspectos%20biol%C3%B3gicos%20de%20Spodoptera%20frugiperda%20%28J.E.%20Smith%201797%29%20%28Lepidoptera%20Noctuid.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2018.

PAVÃO, A.R.; FERREIRA FILHO, J.B.S. **Impactos Econômicos da Introdução do Milho Bt11 no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional.** RESR, Piracicaba, SP, vol. 49, nº 01, p. 81-108, jan/mar 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/resr/v49n1/a04v49n1.pdf>> Acesso em: 18 nov. 2018.

PEREIRA JÚNIOR, P. **Doses de silício na produtividade de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill] e suas características agronômicas.** Lavras: UFLA, 2008. 28 p.: il. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3737/1/DISSETA%C3%87%C3%83O_Doses%20de%20sil%C3%ADcio%20na%20produtividade%20de%20soja%20%5BGlycine%20max%20%28L.%29%20Merrill%5D%20e%20suas%20caracter%C3%ADsticas%20agron%C3%B4micas.pdf> Acesso em: 20 out. 2018.

PICANÇO, et al.. INTENSIDADES DE PERDAS, ATAQUE DE INSETOS-PRAGA E INCIDÊNCIA DE INIMIGOS NATURAIS EM CULTIVARES DE MILHO EM CULTIVO DE SAFRINHA. **Ciênc. agrotec.**, Lavras. V.27, n.2, p.339-347, mar./abr., 2003.

RODRIGUES, C. R.; RODRIGUES, T. M.; FIGUEIREDO, F. C. Aumento de qualidade e produção com aplicação de silício solúvel. **Revista Campo e Negócios HF**, Uberlândia, Ano 2, n. 24, p. 34-40. 2007.

RUBIN, L. A.. **Manejo da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae), na cultura do milho.** 2009. 85f. Monografia (Especialista- Tecnologias inovadoras no Manejo Integrado de Pragas e Doenças de plantas) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós Graduação *Lato Sensu*. Porto Alegre-RS. 2009.

SANTIAGO, G. P.. **Avaliação dos efeitos de extratos aquosos de plantas sobre a biologia da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (j. e. smith, 1797) mantida em dieta artificial.** 2005. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de concentração Produção vegetal). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI. 2005.

SILVA, A.A.; ALVARENGA, R.; MORAES, J.C.; ALCANTRA, E. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Algodoeiro de Fibra Colorida Tratado com Silício. **EntomoBrasilis** 7 (1): 65-68. 2014. UFLA. Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Dialnet-BiologiaDeSpodopteraFrugiperdaJESmithLepidopteraNo-5507717.pdf> Acesso em: 23 nov. 2018.

VALICENTE, F.H.; TUELHER, E.S. **Controle Biológico da Lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), com Baculovírus.** Embrapa. Sete Lagoas, MG. Circular técnica. Dezembro, 2009. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767891/control-biologico-da-lagarta-do-cartucho-com-baculovirus.pdf/2e536084-d40f-4e6f-8145-b6880c1487a5>> Acesso em: 14 maio 2018.

VIANA, P. A.; RIBEIRO, P. E. A. Efeito do extrato aquosos de folhas verdes de nim (*Azadirachta indica*) e do horário de aplicação sobre o dano e o desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (J.E. Smith, 1797), (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e sorgo**. V. 9, n.1. p- 27-37. Sete Lagoas, MG. 2010. Disponível em: <<http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/298/326> > Acesso em: 13 abril 2018.

WAEUIL, J.M.; MENDES, S.M.; VASCONCELOS, M.J.; PAIVA, E.; GUIMARÃES, C.T. Milho. Coleção 500 perguntas 500 respostas. O produtor pergunta, a Embrapa responde. **Embrapa informação tecnológica**. Brasília, DF. 2011. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/mipmilho/arquivos/500PRMT.pdf>> Acesso em: 19 out. 2018.

WAQUIL, J. M.. **Cultivo do sorgo: Manejos de pragas na cultura do sorgo.** Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção 2.[Versão Eletrônica] 4ªed. Set. 2008. Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/491922/4/pragas.pdf>> Acesso em: 13 abril 2018.

GLAUCIANE DA SILVA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE SILÍCIO EM MILHO (*Zea mays*) SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof. Dra. Aline Pomari Fernandes

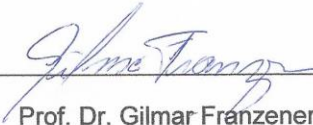
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

09/12/2018

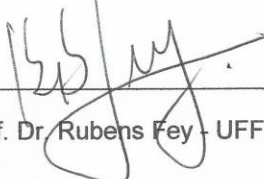
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Aline Pomari Fernandes - UFFS
Orientadora



Prof. Dr. Gilmar Franzener - UFFS



Prof. Dr. Rubens Fey - UFFS