



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH) LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE EM MILHO DOCE TRATADO COM FOSFITO DE
POTÁSSIO**

ANDRÉA APARECIDA SANTOS OLIVEIRA

ANDRÉA APARECIDA SANTOS OLIVEIRA

**BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH) LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE EM MILHO DOCE TRATADO COM FOSFITO DE
POTÁSSIO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof^a. Dr^a. CRISTINA SCHETINO
BASTOS

**Brasília, DF
Julho de 2015**

FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, Andréa Aparecida Santos.

“BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH) LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE EM MILHO DOCE TRATADO COM FOSFITO DE POTÁSSIO”. Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília 2015. 32 páginas.

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2014.

1. Lagarta do cartucho do milho, *Zea mays* grupo *saccharata*, manejo.

I. Bastos, C.S. II. Dra.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, A.A.S. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (SMITH) Lepidoptera: Noctuidae em milho doce tratado com fosfito de potássio. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2015, 32 páginas. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: ANDRÉA APARECIDA SANTOS OLIVEIRA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Biologia de *Spodoptera frugiperda* (SMITH) Lepidoptera: Noctuidae em milho doce tratado com fosfito de potássio.

Grau: 3º **Ano:** 2015

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

ANDRÉA APARECIDA SANTOS OLIVEIRA

CPF: 041.496.121-88

QE 01 CONJUNTO H CASA 65

CEP: 71.020.081 Brasília, DF. Brasil

(61) 93264217/ email: andreia_9516@hotmail.com

ANDREA APARECIDA SANTOS OLIVEIRA

**BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH) LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE EM MILHO DOCE TRATADO COM FOSFITO DE
POTÁSSIO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr^a. CRISTINA SCHETINO BASTOS

BANCA EXAMINADORA:

Cristina Schetino Bastos
Doutora, Universidade de Brasília – UnB
Orientador / email: cschetino@unb.br

Cícero Célio de Figueiredo
Doutor, Universidade de Brasília - UnB
Examinador / email: cicerocef@unb.br

Ernandes Rodrigues de Alencar
Doutor, Universidade de Brasília - UnB
Examinador / email: ernandesalencar@unb.br

Dedico este trabalho à Deus, razão da minha existência, à minha família, à professora Cristina, ao meu namorado, aos meus amigos, e à todas as pessoas que direta ou indiretamente contibuíram para minha formação espiritual, afetiva, moral e acadêmica.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, por todas as bênçãos proporcionadas a mim, e por fortalecer minha fé nos momentos mais difíceis;

Aos meus pais, em especial ao meu pai que hoje se encontra com Deus mais sempre será minha fonte de inspiração, e à minha mãe por ser minha melhor amiga e companheira;

Ao meu padrasto, por todo ensinamento e apoio;

À minha irmã, por sempre estar ao meu lado, independente das circunstâncias;

Aos meus avós, por tanto amor, cuidado e proteção;

Ao meu namorado, por todo amor, apoio e compreensão;

À professora Cristina, por todo aprendizado, dedicação e por contribuir de uma maneira incomparável para minha formação;

Aos meus tios e primos, pelos conselhos e incentivos;

Aos meus amigos, por toda paciência e companhia;

Aos colegas do laboratório, por todo esforço, dedicação e pelo ambiente proporcionado;

OLIVEIRA, ANDREA APARECIDA SANTOS. **Biologia de *Spodoptera frugiperda* (SMITH) Lepidoptera: Noctuidae em milho doce tratado com fosfito de potássio.** 2015. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

A lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada praga-chave do milho e, no caso do milho-doce, as medidas de controle são reduzidas, comparado ao milho comum. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de fosfito de potássio, em milho doce, sobre a biologia da lagarta-do-cartucho-do-milho. Para tal, plantas de milho doce cultivadas em vasos de polietileno de 5 L de capacidade foram pulverizadas no estágio V8 com soluções a base de fosfito de potássio (Phytogard[®] Potássio) 00-40-20 nas concentrações de 0, 2, 4 e 6 L/ha, empregando volume de calda de 404 L/ha. Os tratamentos foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo empregado cinco vezes o número de unidades experimentais devido ao fato das análises serem destrutivas. Dois dias após a pulverização das plantas, procedeu-se a infestação com cinco lagartas neonatas. Decorridos 3, 7, 11, 17 e 24 dias após a infestação (DAI), 20 plantas foram destruídas para contabilização do número de lagartas vivas e mortas de *S. frugiperda* e o comprimento do corpo e da cápsula cefálica das lagartas obtidas. Na última avaliação (24 DAI) as lagartas obtidas foram mantidas junto com os respectivos cartuchos de onde foram obtidas até a transformação em pupas, que foram pesadas e sexadas. Os dados de viabilidade e comprimento larval e largura da cápsula cefálica, peso de larvas e pupas e viabilidade pupal foram comparados em relação aos efeitos de tratamentos através de análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância. A razão sexual foi calculada através da fórmula $\Sigma\text{♀}/\Sigma(\text{♀}+\text{♂})$. A aplicação de fosfito de potássio em todas as concentrações testadas alterou a proporção de machos: fêmeas, aumentando-a em relação à testemunha. Tendo em vista todas as características biológicas analisadas, o tratamento que mais desfavoreceu o inseto foi o de 2 L de fosfito de potássio 00-40-20 por hectare, aplicado com um volume de calda de 404 L.

Palavras-chave: Lagarta do cartucho do milho, *Zea mays* grupo *saccharata*, manejo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivos	2
2.1.1 Objetivo Geral.....	2
2.1.2 Objetivos Específicos.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1. O milho doce	3
3.2. A lagarta do cartucho do milho e seu manejo	4
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
6. CONCLUSÕES	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1. INTRODUÇÃO

O milho doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata*) se originou de mutações a partir do milho comum (*Zea mays*) (CASTELLANE et al., 1990). Devido às suas características diferenciadas em relação ao acúmulo de açúcares nos grãos, o milho doce ($2n = 20$ cromossomos) é classificado no grupo *saccharata* (TRACY, 2001). A espécie pertence ao gênero *Zea*, tribo Maydea e família Poaceae ou Gramínea.

Nos Estados Unidos e Canadá, o milho doce é tradicionalmente consumido *in natura* (BORDALLO et al., 2005). No Brasil cultivam-se 36 mil hectares, onde praticamente 100% da produção é destinada ao processamento industrial (BARBIERI et al., 2005). A produção concentra-se nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Pernambuco (PARENTONI et al., 1990).

Enquanto nas cultivares de milho comum o teor de açúcar fica em torno de 3% e o teor de amido varia entre 60 a 70%, o milho doce possui de 9 a 14% de açúcar e 30 a 35% de amido nos grãos e as variedades superdoces têm em torno de 25% de açúcar e 15 a 25% de amido (PEREIRA FILHO et al., 2003). Essa característica torna as espigas e os grãos mais suscetíveis ao ataque de pragas já que alimentos ricos em carboidratos mais simples (pentoses, hexoses, di e trissacarídeos) são utilizados mais frequentemente e por uma maior diversidade de fitófagos em comparação aos alimentos ricos em carboidratos complexos (polissacarídeos como o amido) (PARRA, 1991).

A lagarta-do-cartucho do milho infesta a cultura desde a fase de plântula até o enchimento de grãos, constituindo-se em praga-chave da cultura. A principal forma de manejo da praga é através da pulverização com inseticidas sintéticos (VALICENTE et al., 2004). Desta forma, visando evitar problemas decorrentes do uso excessivo de inseticidas tais como contaminação ambiental e dos alimentos (ARAÚJO et al., 2001), efeitos sobre não-alvo (ARAÚJO et al., 2001; TOSCANO et al., 2012) e resistência nas populações da praga (DIEZ-RODRÍGUEZ & OMOTO, 2001), outras alternativas de manejo devem ser buscadas.

Nesse aspecto os sais do ácido fosforoso (H_3PO_3) conhecidos como fosfito (THAO & YAMAKAWA, 2009) são efetivos na supressão de diversas doenças causadas por fungos (SALA et al., 2004; LOVATT & MIKKELSEN, 2006; COOK et al., 2009) bem como possuem ação deletéria sobre diversos artrópodes, incluindo alguns mastigadores e sugadores (PATTERSON & ALYOKHIN, 2014; VENTER et al., 2014).

Todavia, não existem relatos de trabalhos que já tenham avaliado a ação do fosfito sobre artrópodes-praga do milho.

O fosfito possui um complexo modo de ação exibindo tanto toxicidade direta, quanto indireta através do estímulo de respostas de defesas no hospedeiro (PATTERSON & ALYOKHIN, 2014).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos

2.1.1 *Objetivo Geral*

- a) Avaliar a influência da aplicação de fosfito de potássio, em milho doce, sobre a biologia da lagarta-do-cartucho-do-milho.

2.1.2 *Objetivos Específicos*

- a) Determinar o efeito da aplicação de fosfito de potássio sobre a viabilidade das diferentes fases do ciclo de vida de *S. frugiperda*;
- b) Determinar o efeito da aplicação de fosfito de potássio sobre a duração dos estádios de vida, longevidade e razão sexual de adultos,

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O milho doce

O milho doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata*) se originou de mutações a partir do milho comum (*Zea mays*) (CASTELLANE et al., 1990). Devido às suas características diferenciadas em relação ao acúmulo de açúcares nos grãos, o milho doce ($2n = 20$ cromossomos) é classificado no grupo *saccharata* (TRACY, 2001). A espécie pertence ao gênero *Zea*, tribo Maydea e família Poaceae ou Gramineae. A cultura é originária da América Central e foi domesticada no período compreendido entre 5.000-8.000 a.C., sendo sua botânica e reprodução idênticas às do milho comum (ARAGÃO, 2002).

O milho doce é caracterizado por possuir pelo menos um dos oito genes mutantes que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, sendo os principais: *shrunken-2* (*sh2*), localizado no cromossomo 3; *brittle* (*bt*), no cromossomo 5; *sugary enhancer* (*se*), *sugary* (*su*) e *Brittle-2* (*bt2*), todos no cromossomo 4. Existem, ainda, o *dull* (*du*), no cromossomo 10, *waxy* (*wx*), no cromossomo 9; e *amilose extender* (*ae*), no cromossomo 5. Tais genes podem atuar de forma simples ou em combinações duplas ou triplas. Entretanto, associadas a este gene, estão algumas características indesejáveis, como baixa produtividade e baixa resistência ao ataque de pragas e doenças por causa do maior teor de açúcares, quando comparado ao milho comum (TRACY, 2001; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006). O teor diferenciado de açúcares simples em detrimento dos carboidratos complexos e a maior maciez dos grãos são fatores predisponentes ao ataque de pragas (PARRA, 1991; SHARMA & BAJRACHARYA, 2006; KARIC & FESTIC, 2010), tornando seu manejo mais complexo.

Enquanto os genes do grupo superdoce causam um severo bloqueio na síntese do amido, o que resulta no acúmulo de altos conteúdos de açúcar no endosperma, os genótipos do grupo doce alteram o tipo e a quantidade dos polissacarídeos do endosperma e apresentam uma menor quantidade de amido quando comparados ao milho comum (ARAGÃO, 2002). Desta forma, nas cultivares de milho comum o teor de açúcar fica em torno de 3% e o teor de amido varia entre 60 a 70%. O milho doce, por sua vez, tem de 9 a 14% de açúcar e 30 a 35% de amido nos grãos e as variedades

superdoces têm em torno de 25% de açúcar e 15 a 25% de amido (PEREIRA FILHO et al., 2003).

O milho-doce, dentre os aproximadamente 250 cruzamentos catalogados da espécie *Z. mays*, é considerado como uma hortaliça destinada ao consumo humano (TRACY, 2001). Sua comercialização pode ser feita de diferentes formas: utilizado em conserva, congelado na forma de espigas ou grãos, desidratado, colhido antes da polinização e usado como “baby corn” ou minimilho e como silagem, na alimentação animal (PEDROTTI et al., 2003).

Nos Estados Unidos e Canadá, o milho doce é tradicionalmente consumido *in natura* (BORDALLO et al., 2005). A produção mundial de milho doce foi estimada em 9,18 milhões de toneladas, em uma área de 1,04 milhões de hectares, sendo os Estados Unidos o principal produtor (SOUZA et al., 2013).

No Brasil cultivam-se 36 mil hectares, onde praticamente 100% da produção é destinada ao processamento industrial (BARBIERI et al., 2005). A produção concentra-se nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Pernambuco (PARENTONI et al., 1990). Dos 36 mil hectares cultivados no Brasil, 90% são provenientes do estado de Goiás (BARBIERI et al., 2005).

Apesar do Brasil ainda ocupar lugar de pouco destaque na produção mundial de milho doce, o aumento da demanda e da importância desta hortaliça, tanto no mercado nacional quanto para exportação, tem gerado crescimento das áreas de cultivo deste vegetal e o país, como grande produtor de milho, possui também um grande potencial para a produção dessa espécie (BORDALLO et al., 2005; KWIATKOWSKI & CLEMENTE, 2007).

A exploração do milho doce pode se constituir em alternativa econômica, pois suas características atribuem cotações diferenciadas, tanto para os hortigranjeiros localizados próximos aos cinturões verdes das grandes metrópoles, quanto para os agricultores familiares que produzem milho para o consumo *in natura* ou para aqueles que produzem em locais mais afastados o milho destinado ao processamento industrial (ZÁRATE et al., 2009).

3.2. A lagarta do cartucho do milho e seu manejo

A lagarta-do-cartucho do milho atualmente conhecida como *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), recebendo denominação anterior de

Laphygma frugiperda (ABBOT & SMITH, 1797), teve sua ocorrência relatada por Luginbill em 1928, na América do Norte, sendo considerada de origem tropical, devido aos seus centros de imigração se localizarem nos trópicos. No Brasil a espécie foi relatada pela primeira vez em Pernambuco, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Distrito Federal, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (LEIDERMAN & SAUER, 1953). A espécie encontra-se amplamente distribuída, devido à sua dieta diversificada (BARROS et al., 2010) e de disponibilidade irrestrita ao longo de todo o ano sendo, desta forma, encontrada em todo o território nacional (CRUZ, 1995). A espécie é capaz de atacar diversas culturas economicamente importantes em vários países, além de se alimentar de hospedeiros alternativos tais como o algodão, o amendoim, a abóbora, a batata, a couve, o feijão, o sorgo, o trigo e o tomate (POGUE, 2002; CRUZ & MONTEIRO, 2004; NAGOSHI et al., 2007). Apesar da amplitude hospedeira, *S. frugiperda* é considerada praga importante de plantas da família Poaceae (gramíneas) (CAPINERA, 2008). Na sua fase larval, o inseto é considerado a principal praga do milho no Brasil e nas Américas (PRAÇA et al., 2006; SILVA & PARRA, 2013).

Desde sua descoberta, há mais de 200 anos, vários surtos populacionais desta praga têm sido relatados (SPARKS, 1979; CRUZ, 1995). No Brasil, um dos fatores que pode estar contribuindo para a dificuldade no manejo de *S. frugiperda* é a grande oferta de hospedeiros ao longo do ano, seja devido à sucessão de culturas e de cultivos safra e safrinha (FIGUEREDO et al., 2006), seja por causa da proximidade estabelecida entre cultivos comerciais potencialmente hospedeiros (BARROS et al., 2010) ou de hospedeiros que germinam espontaneamente, tais como *Digitaria horizontalis* Willd. E *Brachiaria plantaginea* [(Link.) Hitchc.] (Poaceae) (SANTIAGO et al., 2008).

A duração da fase larval de *S. frugiperda* é de 10 a 30 dias (SPARKS, 1979; CRUZ, 1995; GIOLLO et al., 2002; ROSA et al., 2012) valor similar ao relatado para o milho doce (SANTOS et al., 2003). O comprimento do corpo de uma larva de quinto ínstar pode chegar a 50 mm e a largura da cápsula cefálica pode variar de 2,70 a 2,78 mm.

Concluído o período larval, e dependendo da textura do solo, umidade e temperatura, as lagartas penetram no solo, onde se transformam em pupas, e permanecem neste estado por um período de 7 a 37 dias (CRUZ, 1995) alongando-se em temperaturas mais baixas e existindo relatos de fase pupal com duração média de 11

dias em genótipos de milho doce (SANTOS et al., 2004) e de 9 dias para lagartas coletadas em arroz (GIOLLO et al., 2002).

Após o período pupal ocorre a emergência dos adultos. As mariposas medem aproximadamente 15 mm de comprimento e de 35 a 40 mm de envergadura, possuem coloração pardo-escura nas asas anteriores e branco acinzentado nas posteriores, podendo apresentar longevidade em torno de 14 dias, com período de oviposição de 7 dias (SPARKS, 1979; CRUZ, 1995). No milho, este inseto faz postura agregada e recoberta por uma densa camada de escamas, geralmente na face adaxial das folhas onde podem ser encontrados de poucos a centenas de ovos (CRUZ, 1995; ROSA et al., 2012).

Na cultura do milho, os ataques podem ocorrer desde a fase de plântula até a fase reprodutiva. As larvas, no início do seu desenvolvimento, raspam o limbo foliar das folhas jovens, deixando apenas a epiderme membranosa, passando depois a atacar as folhas do cartucho, as quais podem ser totalmente destruídas. O consumo proporcional das larvas, do primeiro ao quinto ínstar, é respectivamente de 0,1%, 0,6%, 1,1%, 4,7%, 16,3% e 77,2% (SPARKS, 1979). Nas ocorrências tardias, as larvas atacam as espigas, destruindo o colmo e os grãos, favorecendo a ocorrência de patógenos que causam podridões (CRUZ, 1995; VALICENTE et al., 2004). Considerando que um dos usos propostos para o milho doce é o consumo *in natura*, a maior suscetibilidade da cultura, que resulta no incremento do ataque, pode condicionar a rejeição do produto final pelo consumidor, já que Kwiatkowski & Clemente (2007) afirmam que mesmo quando destinado à industrialização, após a colheita, o milho doce passa por um processo de seleção, ocasião na qual são descartadas as espigas que apresentam danos externos aparentes (brocas, machucaduras, podridões).

Devido ao hábito da praga, que é capaz de atacar todos os estágios de desenvolvimento do milho, a redução no rendimento de grãos pode variar de 17,7 a 55,6% (SARMENTO et al., 2002; CRUZ, 2008). Estima-se que as perdas ocasionadas à cultura do milho pela lagarta do cartucho sejam responsáveis por mais de 25% dos prejuízos decorrentes do cultivo e pela maior parte dos 38,3 milhões de dólares gastos com pulverizações de inseticidas, resultando em um prejuízo anual de aproximadamente 250 milhões de dólares (WAQUIL & VILELLA, 2003).

Os prejuízos ocasionados pela lagarta-do-cartucho à cultura do milho não estão relacionados à ausência de tratamento fitossanitário, pois o número de aplicações de

agrotóxicos para controle da praga tem aumentado consideravelmente no decorrer dos anos. No entanto, há uma preocupação crescente com o aumento da ocorrência de populações resistentes aos produtos fitossanitários (CARVALHO et al., 2013), bem como com a diminuição da diversidade dos inimigos naturais em consequência do uso indiscriminado de inseticidas (CLOYD & BETHKE, 2011).

Nesse aspecto, o manejo integrado de pragas (MIP) preconiza que as populações sejam manejadas com ferramentas destinadas a reduzir as densidades populacionais das pragas somente mediante atingimento de nível de controle e que, sempre que possível, sejam empregadas múltiplas táticas que contribuam para a sustentabilidade ambiental (PEDIGO, 2002). A base para a tomada de decisão de controle, neste caso, é o monitoramento da lavoura. No caso de *S. frugiperda* a decisão de controle deve ser tomada sempre que, durante o monitoramento, forem detectadas 20% das plantas amostradas com sintoma de “folhas raspadas”, e as lagartas apresentarem uma coloração escura e comprimento entre 7 a 8 mm (CRUZ, 1995; MEREGE, 2015).

No caso da tomada de decisão de controle, o método mais usado para reduzir a densidade populacional de *S. frugiperda* nas lavouras de milho é o controle químico. Dentre os produtos químicos registrados para *S. frugiperda* no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do milho, mais de 40 são piretróides, aproximadamente 30 são benzoiluréias, 17 são carbamatos, 12 são fosforados e os demais são representantes de outras classes de inseticidas (BRASIL, 2015).

O elevado custo dos inseticidas associado ao seu efeito poluidor tem despertado o interesse por medidas alternativas, como o controle biológico (PALOMINO 1965). O controle biológico consiste em introduzir no ecossistema um inimigo natural (predador, parasita ou microrganismo patogênico) da espécie nociva, para manter a densidade populacional dessa espécie em níveis compatíveis com os recursos ambientais. São vários os agentes de controle biológico de *S. frugiperda*, sendo os principais os parasitóides de ovos e de lagartas *Archytas incertus* (Macquart) (Diptera: Tachinidae), *Campoletis flavicineta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae), *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae), *Eiphosoma laphygmae* Costa Lima (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Exasticolus fuscicornis* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae), *Pristomerus spinator* (Fabricius) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Telenomus remus*

Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (REZENDE et al., 1994; CRUZ et al., 1997; FIGUEIREDO et al., 1999; CAMERA et al., 2010) e o predador *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae) (REIS et al., 1988), além de vespas do gênero *Polistes* (Hymenoptera: Vespidae) e predadores das ordens Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera (FIGUEIREDO et al., 2006). Dentre os agentes de controle microbianos citam-se o baculovírus (VALICENTE & TUELHER, 2009) e o *Bacillus thuringiensis* (VALICENTE, 2008).

Dentre as demais alternativas de manejo de *S. frugiperda* no agroecossistema do milho, inclui-se o controle cultural, o controle por resistência hospedeira e o controle comportamental.

Em relação ao controle cultural, alterações nas práticas tradicionalmente usadas para produção de milho podem causar mudanças nas plantas e no ambiente, desfavorecendo a infestação por *S. frugiperda*. As práticas empregadas consistem em evitar plantar a cultura próxima a locais onde haja plantas hospedeiras, evitar plantio escalonado e, quando isso não for possível, fazer os plantios em sentidos contrários à direção do vento, manter o interior e margem das lavouras livres de plantas hospedeiras, destruir os restos culturais, dentre outras (SARMENTO et al., 2002). O manejo do ambiente de cultivo através da fertilização (BASTOS et al., 2007) também pode ter desdobramentos sobre o ataque de *S. frugiperda*.

O controle por resistência hospedeira pode incluir tanto a resistência genética clássica, com os materiais cultivados e selvagens podendo se constituir em fontes de resistência (CRUBELATI-MULATI et al., 2014), como a resistência conseguida através da modificação genética das plantas, com inserção de toxinas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (WAQUIL et al., 2002).

1.3 Fosfito de potássio e o ataque de pragas

Fosfito é um termo geral usado para descrever os sais originados a partir do ácido fosforoso (H_3PO_3). O ácido fosforoso e seus sais (fosfitos) contêm maiores concentrações de P (39%) do que os fertilizantes tradicionais compostos por fosfato (H_3PO_4). Adicionalmente, os sais de fosfito são geralmente mais solúveis do que os análogos sais de fosfato (THAO & YAMAKAWA, 2009). O fosfito é obtido da neutralização do ácido fosforoso H_3PO_3 por uma base (hidróxido de sódio, hidróxido de

potássio ou hidróxido de amônio). Estes compostos, oriundos do ácido fosforoso, não são fitotóxicos e apresentam alta atividade fungicida na planta (COHEN & COFFEY, 1986). Atualmente, várias formulações de fosfitos contendo macro e micronutrientes (K, Zn, Mn, Ca e B) estão sendo comercializadas no Brasil para uso em diversas culturas. Os fosfitos de potássio foram introduzidos no mercado como fertilizantes na década de 1970. O uso de fertilizantes à base de fosfito como fonte de fósforo tem aumentado significativamente em atividades agrícolas no Brasil, visando aumento na produtividade, devido às suas importantes propriedades (DIAS et al., 2000; ENGBLOM, 1998; ENGBLOM, 1999).

Os fosfitos são rapidamente absorvidos pelas folhas passando a ser translocados sistemicamente via floema e xilema, embora não apresentem uma forma metabolizável de fósforo que permita acúmulo na planta por mais de 150 dias (ARAÚJO et al., 2010).

Os sais de fosfito têm sido amplamente comercializados como fungicida bioestimulador e como fonte de P para as plantas, sendo o ingrediente ativo do Phytogard[®] Potássio (Stoller do Brasil LTDA, Campinas-SP), (LOVATT & MIKKELSEN, 2006; ARAÚJO et al., 2008; THAO & YAMAKAWA, 2009; PATTERSON & ALYOKHIN, 2014). Seu uso como fonte nutricional é controverso, já que não existem evidências de que o fosfito possa ser utilizado como fonte de P pelas plantas (FÖRSTER et al., 1998; VARADARAJAN et al., 2002). Entretanto, há evidências de que esses compostos podem desencadear a indução de resistência em plantas ao ataque de pragas (PATTERSON & ALYOKHIN, 2014; VENTER et al., 2014).

Nesse aspecto, Lovatt & Mikkelsen (2006), Cook et al. (2009) e Sala et al., (2004) verificaram que o fosfito mostrou-se eficiente no controle de doenças de plantas, principalmente daquelas causadas por organismos do filo *Oomycota*, conhecidos por “pseudofungos” e incluindo *Phytophthora* sp., *Bremia* sp. e *Pythium* sp. O modo de ação atribuído ao produto inclui toxicidade direta ao patógeno bem como inibição indireta do seu crescimento mediante a estimulação das respostas do sistema de defesa do hospedeiro (DANIEL & GUEST, 2006), podendo ainda atuar sobre várias fases do ciclo de vida dos patógenos (WILKINSON et al., 2001). Segundo Coffey & Bower (1984) e Wilkinson et al. (2001), as espécies de *Phytophthora* apresentam grande variabilidade quanto à sensibilidade a estes produtos.

Em complemento à sua função fungicida, o fosfito tem demonstrado atividade deletéria para alguns artrópodes. Alguns trabalhos detectaram ação do produto sobre certas espécies de insetos, pertencentes a diversos grupos, incluindo alguns sugadores tais como os tripses [*Frankliniella* spp. Thysanoptera: Thripidae], pulgão do algodoeiro [*Aphis gossypii* Glover, Hemiptera: Aphididae], mosca branca [*Bemisia tabaci* (Gennadius) Hemiptera: Aleyrodidae], pulgão do trigo [*Diuraphis noxia* (Kurdjumov) Homoptera: Aphididae] e desfolhadores tais como *Bucculatrix thurberiella* Busck (Lepidoptera: Bucculatricidae) (COLLINS, 1993; VENTER et al., 2014) e *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae) (PATTERSON & ALYOKHIN, 2014). Ainda que pouca atenção tenha sido dada a atividade inseticida do fosfito, com poucos trabalhos publicados (FORBES & ROSENHEIM, 2011; VENTER et al., 2014), sua dupla ação fungicida e inseticida, bem como sua baixa toxicidade para vertebrados o tornam uma medida de manejo ideal para incorporação no manejo integrado de pragas (PATTERSON & ALYOKHIN, 2014).

O fosfito tem sido bastante estudado em relação às suas propriedades fungicidas, sendo os estudos com insetos mais restritos, apesar de já existirem relatos de atividade sobre várias espécies de insetos. Collins (1993) observou redução na população de *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae), *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Bucculatrix thurberiella* Busck (Lepidoptera: Bucculatricidae) em ensaios realizados a campo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Fazenda Água Limpa (FAL) e no Laboratório de Proteção de Plantas, ambos pertencentes à Universidade de Brasília, entre Abril de 2015 a Junho de 2015.

Os insetos empregados na infestação artificial foram obtidos de criação mantida pela empresa Pioneer, sob dieta artificial.

As plantas empregadas na experimentação foram obtidas a partir do cultivo em vasos de polietileno de 5 L de capacidade preenchidos com substrato composto pelos seguintes materiais e suas respectivas quantidades: 160 L de terra de barranco, 100 g de sulfato de amônio, 800 g de superfosfato simples, 250 g de calcário, 20 L palha de arroz, 20 L de palha de arroz carbonizada. Foi empregada a variedade Doce Cristal sendo adicionadas cinco sementes por vaso.

Os tratamentos foram constituídos por quatro diferentes concentrações de fosfito de potássio (Phytogard[®] Potássio, Stoller do Brasil LTDA, Campinas-SP) 00-40-20 (0, 2, 4 e 6 L/ha), sendo dispostos no delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, de tal forma a se obter 20 unidades experimentais. Tendo em vista que foram realizadas cinco avaliações destrutivas, compatíveis com os cinco ínstares descritos para *S. frugiperda* (SANTOS et al., 2003) fez-se necessário o cultivo de 100 plantas.

Os dados climatológicos incidentes no local de experimentação encontram-se descritos nas Figuras 1 e 2.

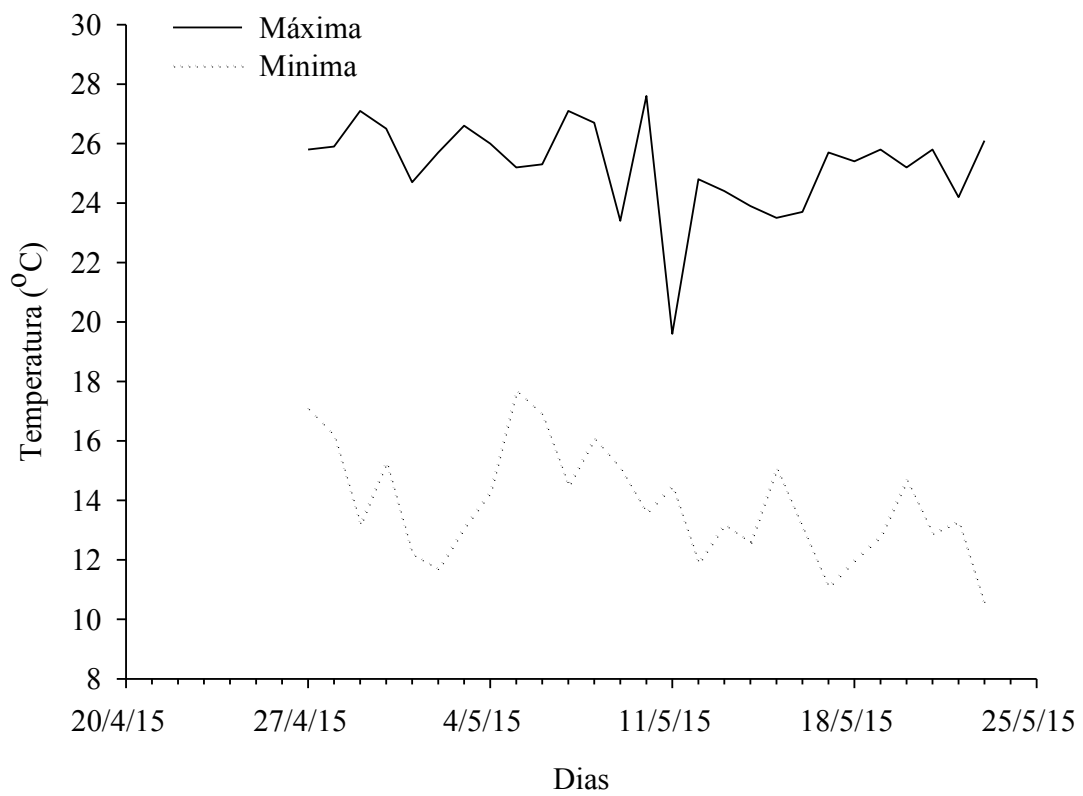


Figura 1. Temperatura máxima e mínima do ar incidentes no local da experimentação. FAL, Brasília, DF, Abril/Maio/2015.

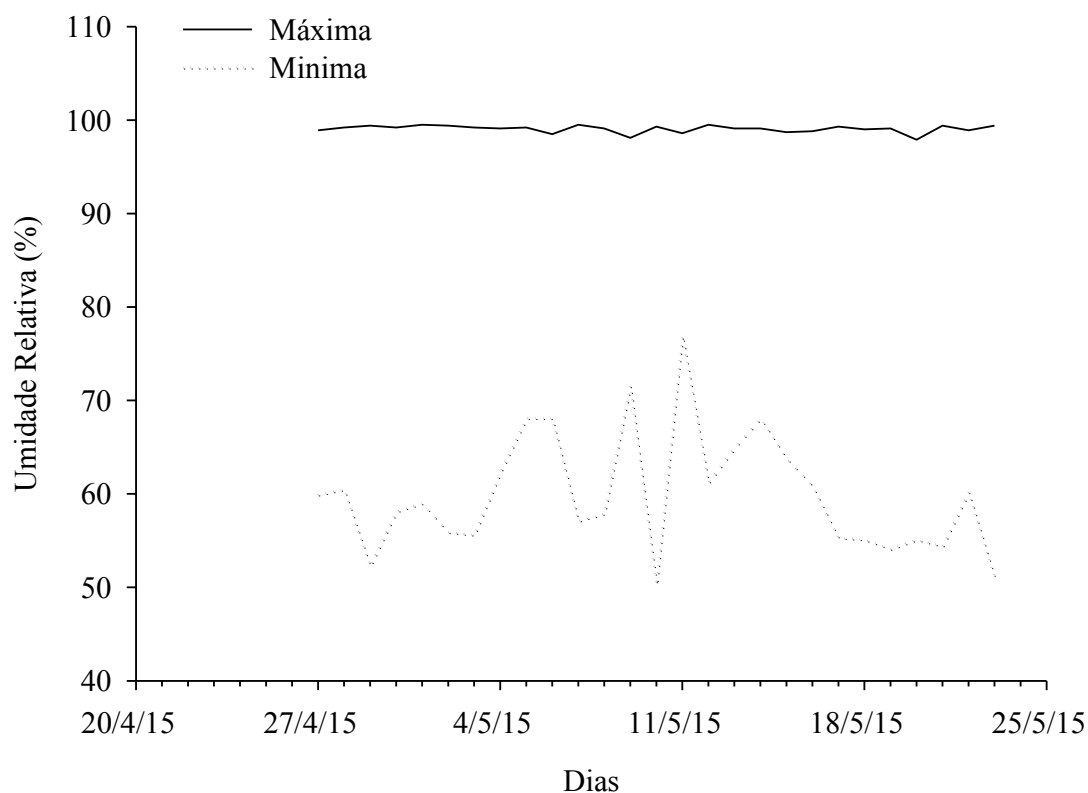


Figura 2. Umidade relativa máxima e mínima incidentes no local da experimentação. FAL, Brasília, DF, Abril/Maio/2015.

Aos 10 DAP (estágio V4) foi realizada a primeira adubação de cobertura, adicionando-se 2,4 g de sulfato de amônio e 0,46 g de cloreto de potássio em cada vaso. Aos 30 DAP (estágio V7), foi feito o desbaste das plantas, mantendo-se apenas as duas plantas mais vigorosas por vaso. Nessa ocasião, foi realizada a segunda adubação de cobertura, empregando-se as mesmas quantidades dos adubos da primeira adubação de cobertura.

Quatro dias após a realização da segunda adubação de cobertura (plantas em estágio V8) foi realizada a pulverização das plantas com as soluções contendo o fosfito de potássio 00-40-20 nas concentrações de 0, 2, 4 e 6 L/ha, sendo utilizado pulverizador de precisão acoplado a cilindro de CO₂ e equipado com bico cone regulado para a pressão de 30 kpa resultando em vazão final de 404 L/ha. Decorridos dois dias da pulverização, as plantas foram infestadas com cinco larvas neonatas por planta.

Decorridos 3, 7, 11, 17 e 24 dias após a infestação (DAI), as plantas contidas nos 20 dos 100 vasos cultivados foram destruídas para contabilização do número de lagartas vivas e mortas de *S. frugiperda* e medição do comprimento do corpo e da cápsula cefálica das lagartas obtidas. Essas medidas foram realizadas em até três das lagartas obtidas, que foram mantidas em álcool 70% até o momento de realização das medições. Na última avaliação (aos 24 DAI) foi mensurado ainda o peso das lagartas em balança de precisão analítica modelo M6202. O comprimento do corpo, bem como a largura da cápsula cefálica foram mensurados em Lupa Coleman modelo XTB 2B contendo ocular com retículo micrométrico acoplado, sob aumento de 4 a 40x.

Após as medições, realizadas aos 24 DAI nas 20 plantas remanescentes, as lagartas obtidas foram mantidas junto com os respectivos cartuchos das plantas no interior de recipientes plásticos transparentes de 500 mL de capacidade até que atingissem a fase de pupa, sendo avaliadas diariamente. Quando atingiram a fase de pupa, as pupas foram então pesadas e sexadas. A viabilidade larval e pupal foram calculadas como sendo a razão entre o número final de organismos/o número inicial x 100. Os dados de viabilidade larval, comprimento larval, largura da cápsula cefálica, peso de larvas e pupas e viabilidade pupal foram comparados em relação aos efeitos de tratamentos através de análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância sempre que houve efeito significativo dos tratamentos, utilizando-se o programa SAS (SAS, 2002). A razão sexual foi calculada através da fórmula $\Sigma \text{♀} / \Sigma (\text{♀} + \text{♂})$. Os dados da proporção de machos e fêmeas e razão sexual foram comparados por meio de análises estatística descritiva.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram detectadas diferenças significativas na largura da cápsula cefálica de lagartas de *S. frugiperda* em função das doses de fosfito de potássio em nenhuma das avaliações realizadas, dos 3 DAI aos 24 DAI (Tabela 1). Todavia, valores inferiores ou bem próximos aos verificados na testemunha foram observados na maioria das avaliações na dose correspondente a 2 L de fosfito de potássio por hectare. A largura das cápsulas cefálicas aos 3, 7, 11, 17 e 24 DAI é compatível com o tamanho atingido pelo inseto nos ínstares I, II, III, IV e V, sendo semelhantes aos valores descritos por Santos et al. (2003). Na prática, menores larguras de cápsulas cefálicas representa atraso no desenvolvimento do inseto.

Patterson & Alyokhin (2014) avaliaram o efeito da aplicação de fosfito na dose de 6.270 g de i.a./ha, empregando um volume de calda de 458 L/ha sobre o ataque do besouro *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae) às plantas de batata. Os autores verificaram que a aplicação de fosfito atrasou significativamente a maturação de larvas de terceiro e quarto ínstares e de adultos.

Tabela 1. Largura da cápsula cefálica de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (em mm) \pm erro padrão da média (EPM) em função da dose de fosfito de potássio aplicadas às plantas de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata* Poaceae). Brasília, DF, 2015.

Dose de fosfito de potássio (L/ha)	Dias após a infestação (DAI) das plantas com lagartas				
	3	7	11	17	24
0	0,404 \pm 0,0194A	0,638 \pm 0,013A	0,866 \pm 0,047A	1,614 \pm 0,148A	2,454 \pm 0,110A
2	0,404 \pm 0,017A	0,585 \pm 0,056A	0,888 \pm 0,029A	1,440 \pm 0,074A	2,590 \pm 0,109A
4	0,430 \pm 0,0138A	0,638 \pm 0,008A	0,934 \pm 0,024A	1,864 \pm 0,124A	2,480 \pm 0,087A
6	0,402 \pm 0,0239A	0,612 \pm 0,011A	0,910 \pm 0,042A	1,742 \pm 0,129A	2,570 \pm 0,247A
Valores de F e p	(F _{3,16} = 0,49; p = 0,6913)	(F _{3,15} = 0,95; p = 0,4413)	(F _{3,16} = 0,62; p = 0,6109)	(F _{3,15} = 1,92; p = 0,1703)	(F _{3,15} = 0,18; p = 0,9111)

Em relação ao comprimento das lagartas de *S. frugiperda* foram detectadas diferenças significativas nas doses de fosfito de potássio apenas na primeira avaliação aos 3 DAI, com o maior comprimento ocorrendo com a aplicação de 4 L de fosfito por ha, não havendo diferença estatística entre as demais doses (Tabela 2). Similar ao que foi verificado em relação à largura da cápsula cefálica, o comprimento larval da dose correspondente à aplicação de 2 L de fosfito por hectare apresentou valores próximos ou inferiores aos verificados no controle.

Tabela 2. Comprimento do corpo de lagartas *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (em mm) em função das doses de fosfito de potássio aplicadas às plantas de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata* Poaceae). Brasília, DF, 2015.

Dose de fosfito de potássio (L/ha)	Dias após a infestação (DAI) das plantas com lagartas				
	3	7	11	17	24
0	2,284±0,109B	4.644±0.147A	7,554±0,311A	13.790±1.866A	23,706±2,175A
2	2,148±0,115B	4.362±0.140A	7,554±0,311A	12.837±1.065A	23,010±1,566A
4	2,972±0,142A	4.650±0.057A	7,760±0,362A	15.872±1.508A	22,584±0,797A
6	2,256±0,0711B	4.706±0.181A	7,186±0,458A	15.582±1.525A	22,126±1,951A
Valores de F e p	(F _{3,16} = 11,25; p = 0,0003)	(F _{3,15} = 1,10; p = 0,3814)	(F _{3,16} = 1,58; p = 0,2330)	(F _{3,15} = 0,82; p = 0,5046)	(F _{3,15} = 0,16; p = 0,9227)

Foram verificadas diferenças significativas em relação à viabilidade da fase larval de *S. frugiperda* aos 7 e 24 DAI (Tabela 3). Em ambos os casos, a dose que proporcionou a menor viabilidade larval foi o correspondente à aplicação de 2 L de fosfito de potássio por hectare, apesar da dose correspondente à aplicação de 6 L de fosfito por hectare também ter proporcionado baixa viabilidade larval (Tabela 3).

Resultados semelhantes foram encontrados por Patterson & Alyokhin (2014) em plantas de batatas pulverizadas com fosfito para controle de *L. decemlineata*, isto é, a mortalidade de larvas de terceiro e quarto instar foi significativamente maior em plantas tratadas com fosfito em relação às parcelas testemunhas.

Tabela 3. Viabilidade da fase larval de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (em %) em função das doses de fosfito de potássio aplicadas às plantas de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata* Poaceae). Brasília, DF, 2015.

Dose de fosfito de potássio (L/ha)	Dias após a infestação (DAI) das plantas com lagartas				
	3	7	11	17	24
0	60,00±18,166A	72,00±16,553A	70,00±16,432A	56,00±8,718A	44,00±9,274AB
2	74,00±13,266A	20,00±12,649B	60,00±16,432A	52,00±15,937A	20,00±7,071B
4	52,00±17,146A	74,00±10,296A	74,00±10,770A	72,00±15,937A	54,00±6,782A
6	90,00±7,746A	48,00±6,633AB	54,00±14,000A	58,00±10,677A	26,00±6,782AB
Valores de F e p	(F _{3,16} = 1,30; p = 0,3099)	(F _{3,16} = 4,37; p = 0,0198)	(F _{3,16} = 0,39; p = 0,7599)	(F _{3,16} = 0,43; p = 0,7319)	(F _{3,16} = 4,35; p = 0,0202)

Não foram verificadas diferenças significativas para o peso de lagartas, de pupas e em relação à duração da fase larval de *S. frugiperda* entre as doses (Tabela 4). Entretanto, tanto o peso de lagartas quanto o de pupas foi incrementado com a pulverização de fosfito de potássio, bem como os dias gastos para pupação tenderam a ser reduzidos (Tabela 4).

Em relação ao tempo gasto no desenvolvimento Patterson & Alyokhin (2014) verificaram que a aplicação de fosfito às plantas de batata resultou em aumento do tempo requerido para completar o terceiro e quarto instares larvais e a fase adulta de *L. decemlineata*, não alterando, todavia, a duração do segundo ínstar larval.

Tabela 4. Peso de lagartas (em g) e pupas e duração da fase larval (dias) de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) estimados aos 24 dias após a infestação (DAI) em função das dose de fosfito de potássio aplicadas às plantas de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata* Poaceae). Brasília, DF, 2015.

Dose de fosfito de potássio (L/ha)	Peso de lagartas (g)	Peso de Pupas (g)	Duração da fase larval (dias)
0	0,213±0,027A	0,257±0,018A	28,87±0,581A
2	0,233±0,024A	0,267±0,008A	28,00±0,00A
4	0,286±0,037A	0,242±0,014A	28,07±0,529A
6	0,317±0,062A	0,265±0,0226A	27,67±0,421A
Valores de F e p	(F _{3,35} = 1,10; p = 0,3636)	(F _{3,31} = 0,72; p = 0,5450)	(F _{3,31} = 0,53; p = 0,6659)

A viabilidade pupal e a média de tempo gasto para completar o período pupal não diferiram entre as doses de fosfito de potássio (Tabela 5), apesar da viabilidade pupal ter sido consideravelmente reduzida na dose que recebeu o equivalente a 6 L de fosfito por hectare. (Tabela 5).

Tabela 5. Viabilidade pupal (em %) e período pupal (em dias) de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), em função das doses de fosfito de potássio aplicadas às plantas de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata* Poaceae). Brasília, DF, 2015.

Dose de fosfito de potássio (L/ha)	Viabilidade	Média
	pupal (%)	período pupal (dias)
0	75,00±19,36A	6,67±1,76A
2	80,00±20,00A	2,40±2,40A
4	78,33±9,72A	9,03±0,20A
6	40,00±24,49A	3,80±2,33A
	(F _{16,3} = 0,98 p = 0,4255)	(F _{16,3} = 2,45 p = 0,1012)

A pulverização com fosfito de potássio resultou na redução da razão sexual e aumento da proporção de machos para fêmeas (Tabela 6). As doses de fosfito cuja proporção de machos em relação às fêmeas foi mais aumentada, com consequente redução da razão sexual foram as correspondentes à aplicação de 2 e 6 L por hectare (Tabela 6).

Tabela 6. Proporção de machos: fêmeas e razão sexual de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), em função das doses de fosfito de potássio aplicadas às plantas de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata* Poaceae). Brasília, DF, 2015.

Dose de fosfito de potássio (L/ha)	Proporção	Razão
	machos:fêmeas	Sexual
0	1,00:1,70	0,62
2	2,00:1,00	0,33
4	1,15:1,00	0,50
6	4,00:1,00	0,20
	-	-

Patterson & Alyokhin (2014) avaliaram o efeito do fosfito de potássio sobre o ataque do besouro *L. decemlineata* à batata e verificaram que as parcelas tratadas com fosfito tiveram menor número de larvas grandes por semana do que as parcelas controle. Adicionalmente, as parcelas tratadas com fosfito sofreram cerca de 50% menos desfolha do que as parcelas controle e apresentaram maiores produtividades.

A ação do fosfito sobre as pragas pode ter atribuída ao seu efeito tóxico direto (através da ingestão dos compostos químicos tóxicos ingeridos) ou devido à indução de resistência nas plantas. No primeiro caso, essa ação seria mais provável sobre os ínstaes iniciais da lagarta ou nas avaliações iniciais, conforme verificado em relação a alteração do comprimento da lagarta aos 3 DAI. As demais alterações verificadas são mais prováveis de estarem relacionadas à indução de resistência nas plantas, pois ocorreram nas avaliações subsequentes ou mais tardias. Alguns estudos anteriores demonstraram que parte da indução de resistência a *Phytophthora cryptogea* Pethybr. & Laff. Pythiaceae em caupi passa pelo acúmulo de fitoalexinas (tais como quievitona, faseolidin e vignafuran) proporcionado pelo tratamento das plantas com fosfito (SAINDRENAN et al., 1988). Similarmente, a indução de resistência de *Arabidopsis thaliana* L. Brassicaceae a *Phytophthora palmivora* Butler Pythiaceae foi em decorrência da liberação de superóxidos, seguida do acúmulo de compostos fenólicos (DANIEL & GUEST, 2006).

Por outro lado, alguns autores testaram níveis variáveis de fósforo em dietas naturais e artificiais de lagartas de *Manduca sexta* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae) e verificaram que para ambas as dietas o incremento dos níveis de fósforo resultou em incremento nas taxas de crescimento e reduziu o tempo requerido para a mudança de ínstar (PERKINS et al., 2004).

Outros estudos demonstraram que plantas suscetíveis e resistentes de trigo quando tratadas com fosfato de potássio (K_3PO_4) tiveram sua expressão gênica e atividade enzimática alteradas, demonstrando que a aplicação resultava em indução sistêmica de resistência, condicionando tolerância ao ataque do pulgão *Diuraphis noxia* (Kurdjumov) (Hemiptera: Aphididae). Isso se manifestou através de atraso no desenvolvimento da praga e redução na severidade dos sintomas de ataque (VENTER et al., 2014).

Desta forma, estudos subsequentes devem avaliar o acúmulo de compostos indutores de resistência nas plantas tratadas com produtos a base de fosfito, estudos de alteração na expressão gênica das plantas tratadas, bem como o acúmulo das várias formas de fósforo nas plantas pulverizadas com diferentes concentrações de fosfito e do dano causado pelo inseto às plantas.

6. CONCLUSÕES

- ✓ A aplicação de fosfito de potássio em todas as concentrações testadas elevou a proporção de machos: fêmeas, aumentando-a em ao controle;
- ✓ Tendo em vista todas as características biológicas analisadas, o tratamento que mais desfavoreceu o inseto foi o de 2 L de fosfito de potássio 00-40-20 por hectare aplicado com um volume de calda de 404 L.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, C.A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken-2 (sh2sh2)* utilizando o esquema dialélico parcial.** 2002. 101p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

ARAÚJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; STADNIK, M.J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides* in vitro e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical Plant Pathology**, 35: 54-59, 2010.

ARAÚJO, L.; STADNIK, M. J.; BORSATO, L. C.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Fosfito de potássio e ulvana no controle da mancha foliar da gala em macieira. **Tropical Plant Pathology**, 33: 148-152, 2008.

ARAÚJO, S.M.M.; LEMOS, R.N.S. de; QUEIROZ, M.E.R. de; NUNES, G.S. Uso de inseticidas organofosforados nos pólos de produção na ilha de São Luís (MA): condições de trabalho e contaminação de hortaliças. **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, 11: 159-179, 2001.

BARBIERI, V.H.B.; LUZ, J.M.Q.; BRITO, C.H.; DUARTE, J.M.; GOMES, L.S.; SANTANA, D.G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, 23: 826-830, 2005.

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda*(J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, 39: 996-1001, 2010.

BASTOS, C.S.; GALVÃO, J.C.C.; PICANÇO, M.C.; PEREIRA, P.R.G.; CECON, P.R. Nutrient content affecting *Spodoptera frugiperda* and *Dalbulus maidis* occurrence in corn. **Insect Science**, 14: 117-123, 2007.

BORDALLO, P.N.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GABRIEL, A.P.C. Análise dialélica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agronômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, 23: 123-127, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Agrofit - Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 08 de abril de 2015.

CAMERA, C.; DEQUECH, S.T.B.; RIBEIRO, L. do P.; QUERINO, R.B. Primeiro relato de *Trichogramma rojasi* parasitando ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Ciência Rural**, 40: 1828-1830, 2010.

CAPINERA, J.L. **Encyclopedia of entomology**. 2.Ed. v.1-4. Dordrecht: Springer, 2008. 4346p.

CARVALHO, R.A.; OMOTO, C.; FIELD, L.M.; WILLIAMSON, M.S.; BASS, C. Investigating the molecular mechanisms of organophosphate and pyrethroid resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. **PloS one**, 8: e62268, 2013.

CASTELLANE, P.D.; NICOLOSI, W.; HASEGAWA, H. **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. 261p.

CLOYD, R.A.; BETHKE, J.A. Impact of neonicotinoid insecticides on natural enemies in greenhouse and interiorscape environments. **Pest Management Science**, 67: 3-9, 2011.

COFFEY, M.D.; BOWER, L.A. In vitro variability among isolates of eight Phytophthora species in response to phosphorous acid. **Phytopathology**, 74, 738-742, 1984.

COHEN, M.D.; COFFEY, M.D. Systemic fungicides and the control of oomycetes. **Annual Review of Phytopathology**, 24: 311-338, 1986.

COLLINS, J.R. Control of arthropod pests with phosphorous acid and mono-esters and salts thereof. U.S. Patent No. 5206228, April 27. 1993. 10p.

COOK, P.J.; LANDSCHOOT, P.J.; SCHLOSSBERG, M.J. Inhibition of *Pythium* spp. and suppression of *Pythium* blight of turfgrasses with phosphonate fungicides. **Plant Disease**, 93: 809-814, 2009.

CRUBELATI-MULATI, N.C. DE S.; SANCHES, R.E.; OLIVEIRA, L.N. de; PEREIRA, V.M.; ALBUQUERQUE, F.DE.; SCAPIM, C.A. Resistência de genótipos de milho doce à lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25, 2014, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SEB, 2014.

CRUZ, I. **Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 192p.

CRUZ, I. Controle biológico em manejo de pragas. In: PARRA, J.R.P., BOTELHO, P.S.M., CORRÊA - FERREIRA, B.S. & BENTO, J.M.S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil**: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p.543-570.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1995, 45p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 21).

CRUZ, I.; MONTEIRO, M.A.R. **Controle biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum***. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004, 4p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 98).

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; SANTOS, F. H. dos; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A. **Manual de identificação de pragas da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1997. 71 p.

DANIEL, R.; GUEST, D. Defense responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora*-challenged *Arabidopsis thaliana*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, 67: 194-201, 2006.

DIAS, L.E.; FERNANDEZ, J.Q.P.; BARROS, N.F. de; NOVAIS, R.F. de; MORAES, É.J. de; LEE, W. Availability of phosphorus in a Brazilian Oxisol cultivated with eucalyptus after nine years as influenced by phosphorus-fertilizer source, rate, and placement. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 31: 837-847, 2000.

DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a Lambda-Cialotrina. **Neotropical Entomology**, 30: 311-316, 2001.

ENGBLOM, S. O. Determination of inorganic phosphate in a soil extract using a cobalt electrode. **Plant and Soil**, 206: 173-179, 1999.

ENGBLOM, S. O. The phosphate sensor. **Biosensors and Bioelectronics**, 13: 981-994, 1998.

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

FIGUEIREDO, M.L.C. de; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T. M. C. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abott) utilizando-se o parasitóide *Telenomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34: 1975-1982, 1999.

FORBES, A. A.; ROSENHEIM, J. A. Plant responses to insect herbivore damage are modulated by phosphorus nutrition. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 139: 242-249, 2011.

FÖRSTER, H.; ADASKAVEG, J. E.; KIM, D. H.; STANGHELLINI, M. E. Effect of phosphite on tomato and pepper plants and on susceptibility of pepper to *Phytophthora* root and crown rot in hydroponic culture. **Plant Disease**, 82: 1165-1170, 1998.

GIOLLO, F.P.; GRUTZMACHER, A.D.; GARCIA, M.S.; BUSATO, G.R. Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. **Revista Brasileira de Agrociência**, 8: 221-224, 2002.

KARIC, N.; FESTIC, H. Susceptibility of corn hybrids to damage from Western Corn Root worm adults (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte). **Works of the Faculty of Agriculture University of Sarajevo**, 55:89-100, 2010.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays* L.) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, 1: 93-103, 2007.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais (*Laphygma frugiperda*, Abbot e Smith, 1797). **O Biológico**, 19: 105, 1953.

LOVATT, C. J.; MIKKELSEN, R. L. Phosphite fertilizers: what are they? Can you use them? What can they do. **Better Crops**, 90: 11-13, 2006.

MEREGE, W.H. **Milho (Zea mays L.)**. Disponível em: <<http://www.agrobyte.com.br/milho.htm>>. Acesso em: 08 de abril de 2015.

NAGOSHI, R.N.; SILVIE, P.; MEAGHER, L.R.; LOPEZ, J.; MACHADO, V. Identification and comparison of fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae) host strains in Brazil, Texas, and Florida. **Annals of the Entomological Society of America**, 100: 394-402, 2007.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M.G.; CHIQUIERE, T.B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo in natura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 26: 159-165, 2006.

PALOMINO, C. J. Investigaciones sobre el control biologico del cogollero del maiz, *Spodoptera frugiperda* (Smith) y otros noctuideos. **Revista Peruana de Entomología**, 8: 126-131, 1965.

PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; VILLAS BOAS, G.L. Milho doce. **Informe Agropecuário**, 14: 17-22, 1990.

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p.9-65.

PATTERSON, M.; ALYOKHIN, A. Survival and development of Colorado potato beetles on potatoes treated with phosphite. **Crop Protection**, 61: 38-42, 2014.

PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management**. 4.ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 742p.

PEDROTTI, A.; HOLANDA, F.S.R.; MANN, E.N.; AGUIAR NETTO, A.O.; BARRETO, M.C.V.; VIEGAS, P.R.A. Parâmetros de produção do milho-doce em sistemas de cultivo e sucessão de culturas no Tabuleiro Costeiro Sergipano. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA FAP-SE, 2, 2003, Sergipe. **Anais...** Sergipe: FAP-SE, 2003.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C.; GAMA, E.E.G. Cultivares para o consumo verde. In: PEREIRA FILHO, I.A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.17-30.

PERKINS, M.C.; WOODS, H.A.; HARRISON, J.F.; ELSER, J.J. Dietary phosphorus affects the growth of larval *Manduca sexta*. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, 55: 153-68, 2004.

POGUE, G. M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**, [S.l.], 43: 1-202, 2002.

PRAÇA, L.B.; SILVA NETO, S.P.; MONNERAT, R.G. *Spodoptera frugiperda* J. Smith 1797 (Lepidoptera: Noctuidae): biologia, amostragem e métodos de controle. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 22p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 199).

REIS, L.L.; OLIVEIRA, L.J.; CRUZ, I. Biologia e potencial de *Doru luteipes* no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 23: 333-342, 1988.

REZENDE, M.A.A.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T.M.C. Consumo foliar de milho e desenvolvimento de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) parasitadas por *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 23: 473-478, 1994.

ROSA, A.P.A. D.A.; TRECHA, C.O.; ALVES, A.C.; GARCIA, L.; GONÇALVES, V. P. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) em linhagens de milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, 79: 39-45, 2012.

SAINDRENAN, P.; BARCHIETTO, T.; AVELINO, J.; BOMPEIX, G. Effects of phosphite on phytoalexin accumulation in leaves of cowpea infected with *Phytophthora cryptogea*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, 32: 425-435, 1988.

SALA, F.C.; COSTA, C.P.; ECHER, M.M.; MARTINS, M.C.; BLAT, S.F. Phosphite effect on hot and sweet pepper reaction to *Phytophthora capsici*. **Scientia Agricola**, 61: 462-495, 2004

SANTIAGO, G.P.; PÁDUA, L.E.M. de; SILVA, P.R.R.; CARVALHO, E.M.S.; MAIA, C.B. Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, 32: 792-796, 2008.

SANTOS, L.M.; REDAELLI, L.R.; DIEFENBACH, L.M.G.; EFROM, C.F. Larval and pupal stage of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in sweet and field corn genotypes. **Brazilian Journal of Biology**, 63: 627-633, 2003.

SANTOS, L.M.D.; REDAELLI, L.R.; DIEFENBACH, L.M.G., & EFROM, C.F.S. Fertility and longevity of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) in corn genotypes. **Ciência Rural**, 34: 345-350, 2004.

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

SAS. **The SAS system**. Version 9.00. Cary: SAS Institute, 2002.

SHARMA, R.K.; BAJRACHARYA, A.S.R. Measuring susceptibility in maize varieties in free and no choice tests against *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.). **Annals of Plant Protection Sciences**, 14: 357-363, 2006.

SILVA, C.S.B. da; PARRA, J.R.P. New method for rearing *Spodoptera frugiperda* in laboratory shows that larval cannibalism is not obligatory. **Revista Brasileira de Entomologia**, 57: 347-349, 2013.

SOUZA, R.S. de.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; MARQUES, O.J.; QUEIROZ, D.C.; OKUMURA, R.;S.; JOSÉ, J.V.; TAVORE, R.V. Elementos de produção de milho doce em diferentes densidades populacionais. **Comunicata Scientiae**, 4: 285-292, 2013.

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

THAO, H.T.B.; YAMAKAWA, T. Phosphite (phosphorous acid): fungicide, fertilizer or bio-stimulator? **Soil Science and Plant Nutrition**, 55: 228-234, 2009.

TOSCANO, L.C.; CALADO FILHO, G.C.; CARDOSO, A.M.; MARUYAMA, W.I.; TOMQUELSKI, G.V. Impacto de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) e seus inimigos naturais em milho safrinha cultivado em Cassilândia e Chapadão do Sul, MS. **Arquivos do Instituto Biológico**, 79: 223-231, 2012.

TRACY, W.F. Sweet Corn. In: HALLAUER, A.R. (Ed.). **Specialty Corns**. 2. ed. New York: CRC Press, 2001. p. 155-198.

VALICENTE, F.H. **Controle biológico da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com *Bacillus thuringiensis***. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 9p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 105).

VALICENTE, F.H.; TUELHER, E.S. de. **Controle biológico da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com baculovírus**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 14p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 114.).

VALICENTE, F. H.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. **Ocorrência e controle de pragas durante a safrinha de milho no Sudoeste Goiano**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 4p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 48).

VARADARAJAN, D.K.; KARTHIKEYAN, A.S.; MATILDA, P.D.; RAGHOTHAMA, K.G. Potassium phosphate induces tolerance against the Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia*, Homoptera: Aphididae) in wheat. **Crop Protection**, 61: 43-50, 2002.

VENTER, E.; MANSOOR, C.V.; SIBISI, P.; BOTHA, A.M. Potassium phosphate induces tolerance against the Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia*, Homoptera: Aphididae) in wheat. **Crop Protection**, 61: 43-50, 2014.

WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F. Gene bom. **Revista Cultivar**, 49: 22-26, 2003.

WAQUIL, J.M.; VILLELA, F.M.F.; FOSTER, J.E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (Bt) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 1: 1-11, 2002.

WILKINSON, C. J.; SHEARER, B. L.; JACKSON, T. J. Effect of phosphite in plant zoospore production of *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, 50: 587-593. 2001.

ZÁRATE, N.A.H.; CARMO VIEIRA, M. do; SOUSA, T.M. de; RAMOS, D.D. Produção e renda líquida de milho verde em função da época de amontoa. **Semina: Ciências Agrárias**, 30: 95-100, 2009.