



Bragantia

ISSN: 0006-8705

editor@iac.sp.gov.br

Instituto Agrônômico de Campinas

Brasil

Brasil Boregas, Katia Gisele; Martins Mendes, Simone; Magid Waquil, José; Wilson Fernandes, Geraldo

Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos

Bragantia, vol. 72, núm. 1, enero-marzo, 2013, pp. 61-70

Instituto Agrônômico de Campinas

Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90826421003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos

Katia Gisele Brasil Boregas <sup>(1,2\*)</sup>; Simone Martins Mendes <sup>(1)</sup>; José Magid Waquil <sup>(3)</sup>; Geraldo Wilson Fernandes <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, 35702-098 Sete Lagoas (MG), Brasil.

<sup>(2)</sup> Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Ecologia Evolutiva & Biodiversidade/Instituto de Ciências Biológicas, Caixa Postal 483, 30161-970 Belo Horizonte (MG), Brasil.

<sup>(3)</sup> Rede de Inovação Tecnológica Defesa Agropecuária (RIT DA)/CNPq/Consultoria, Belo Horizonte (MG), Brasil.

(\*) Autora correspondente: kgboregas@gmail.com

Recebido: 13/maio/2012; Aceito: 16/abr./2013

## Resumo

A principal praga-alvo na cultura do milho é a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), que, pela sua ampla distribuição temporal e geográfica constitui-se em uma das espécies mais nocivas nas regiões tropicais das Américas. O objetivo foi avaliar o estágio de adaptação de *S. frugiperda* em 17 espécies hospedeiras, cultivadas ou selvagens, mais comuns no agroecossistema brasileiro. As plantas foram cultivadas em cinco épocas, entre 2006 e 2008, utilizando o milho como padrão. Larvas de *S. frugiperda* recém-eclodidas foram individualizadas e confinadas em copo plástico (50 mL), onde foram alimentadas com seções de folha nova de cada hospedeiro. O alimento foi substituído a cada dois dias por folhas frescas. Quatro variáveis biológicas foram avaliadas e utilizadas para se calcular um Índice de Adaptação (IA). Os resultados indicaram que a sobrevivência inicial de *S. frugiperda* variou de 100%, no milho, a 46%, no arroz. O período larval variou de 12,6 dias, no milho, a 27,1 dias, na grama batatais. A biomassa de pupa variou de 173,1 mg, no carrapicho, a 294,2 mg, no milho. O índice de adaptação, calculado com base nas variáveis biológicas de *S. frugiperda*, nos hospedeiros avaliados, variou de 17,43, no milho cultivado na época I, a 1,46, na cana-de-açúcar na época III. Para corrigir o efeito de época sobre o índice de adaptação de *S. frugiperda* nos hospedeiros, foi calculado o Índice Relativo de Adaptação (IRA), com base no índice de adaptação no milho (100%). Assim, com base no índice relativo de adaptação, estimado em condições de laboratório, os hospedeiros alternativos ao milho, para *S. frugiperda*, podem ser assim ordenados, do maior para o menor índice: sorgo graminífero, sorgo selvagem, milheto, capim-tanzânia, amendoim, capim-marandu, capim-braquiária, caruru-de-porco, trigo, soja, algodão, feijão, arroz, capim-carrapicho, grama batatais e cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** ecologia, interação inseto-plantas, manejo de pragas, lagarta-do-cartucho.

## Fitness stage of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on alternative hosts

### Abstract

The main target pest on maize is the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), which, by their seasonal and geographical distribution is one of the most damaging species in tropical regions of America. The objective was the evaluation of *S. frugiperda* fitness stage on 17 host plant species, cultivated or wild, most common in the Brazilian agro ecosystem. The plants were cultivated in five planting times, between 2006 and 2008, using corn as standard of comparison. Newly hatched larvae of *S. frugiperda* were individualized and confined in 50 mL plastic pots, where they were fed with new leaves of each host. Food was replaced every other day with fresh leaf sections of each plant host. Four biological variables were evaluated and used to estimate the Fitness Index (FI). The initial larval survival ranged from 100% on maize to 46% on rice. The larval period ranged from 12.6 days on maize to 27.1 days on bahiagrass. The pupa biomass ranged from 173.1 mg on burgrass to 294.2 mg on maize. The fitness index, calculated on the base of *S. frugiperda* fitness on each host ranged from 17.43 on maize cultivated at time I to 1.46 on sugarcane cultivated at time III. In order to correct the time effect on *S. frugiperda* fitness stage on hosts, the Relative Fitness Index (RFI) was calculated in relation to maize crop. According to this index, the host rank to *S. frugiperda* fitness was in decreasing order: grain sorghum, johnson grass, millet, guinea grass, peanut, bread grass, surinam grass, green amaranth, wheat, soybean, cotton, bean, rice, burgrass, bahiagrass and sugarcane.

**Key words:** ecology, insect-plant interaction, pest management, fall armyworm.

## 1. INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*, descrita em 1797 por J. E. Smith, tem ampla distribuição geográfica e ocorre o ano todo em várias culturas como o milho, *Zea mays* L.; sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench; algodão, *Gossypium herbaceum* L.; pastagem, *Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia; cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* L. e soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Assim, a *S. frugiperda* constitui-se em uma das espécies mais nocivas para as culturas anuais nas regiões tropicais das Américas, principalmente no Brasil. As lagartas, tanto no milho, como no sorgo, podem causar perdas de 17% a 38,7% na produção, dependendo do ambiente e do estágio de desenvolvimento das plantas atacadas (CRUZ e TURPIN, 1983, WILLIAMS e DAVIS, 1984, CORTEZ e WAQUIL, 1997, MENDES et al., 2011).

Para o manejo de *S. frugiperda* em milho, são recomendadas várias estratégias como o uso de plantas transgênicas (milho Bt) associado com manejo de pragas cujo controle químico só deve ser feito quando atingir o nível de ação, o que contribui para a preservação do controle biológico natural. Atualmente tem-se utilizado, basicamente, o milho Bt como único método de controle. Nos sistemas agrícolas convencionais, os efeitos provocados pelas alterações na biodiversidade e no desequilíbrio entre os níveis tróficos tornam o controle da *S. frugiperda* cada vez mais difícil e oneroso. *S. frugiperda*, por ser polífaga, utiliza vários hospedeiros de ocorrência comum nos diferentes agroecossistemas, os quais contribuem para o aumento de sua densidade populacional em diferentes épocas do ano (WAQUIL et al., 2002). De acordo com o IBGE (2009), na área utilizada com culturas anuais, nos últimos cinco anos, predomina a lavoura de soja (42%), seguida pela de milho (29%) e de feijão (10%).

Entre as espécies citadas como hospedeiras da *S. frugiperda*, a soja é uma das mais abundantes no agroecossistema, durante o verão. Assim, esta espécie pode ter um papel importante no estabelecimento e na colonização do ambiente pelas comunidades de insetos herbívoros e de seus inimigos naturais, incluindo *S. frugiperda*, apesar de não ser um de seus hospedeiros preferenciais.

Embora a soja esteja listada como hospedeira de *S. frugiperda*, esta raramente tem sido citada causando danos na soja. Como a cultura do milho ou sorgo é comumente utilizada em rotação ou sucessão à cultura da soja, esta tem sido intensivamente exposta à pressão populacional de *S. frugiperda*, pela coexistência no mesmo agroecossistema. Assim, é possível inferir que a incidência de *S. frugiperda* na soja pode vir a causar perdas significativas também nessa cultura. Dependendo dos hospedeiros disponíveis no agroecossistema e do desempenho de *S. frugiperda* em cada um desses hospedeiros, alterações significativas podem ocorrer na dinâmica populacional dessa espécie.

Desta forma, o conhecimento do desempenho biológico de *S. frugiperda*, nos principais hospedeiros alternativos, deve contribuir para melhor entendimento da sua ecologia e melhoria dos atuais programas de manejo integrado de pragas nos sistemas de produção envolvendo rotação ou sucessão, bem como para a definição de estratégias para o manejo da resistência de *S. frugiperda* em plantas geneticamente modificadas que, desde 2008, vêm sendo comercialmente utilizadas no Brasil (CTNBio, 2011).

O objetivo deste estudo foi quantificar, em condições de laboratório, o estágio adaptativo de *S. frugiperda* nos principais hospedeiros alternativos encontrados em agroecossistemas envolvendo a cultura do milho no Brasil.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram realizados no laboratório de Ecotoxicologia de Insetos do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – CNPMS/Embrapa, em Sete Lagoas (MG), Brasil. Dentre as 148 espécies de plantas hospedeiras de *S. frugiperda* registradas na literatura (POGUE, 1995), foram selecionadas as 17 espécies mais comumente encontradas no agroecossistema, onde se cultiva milho no Brasil (Tabela 1).

Para viabilizar o manejo dos bioensaios, em função da mão de obra disponível e da melhor época do ano para o cultivo, as plantas hospedeiras foram cultivadas no campo, em três épocas, com intervalo de 30 dias. O milho, por ser considerado o hospedeiro preferencial de *S. frugiperda* (CRUZ, 1995; SÁ et al., 2009), foi repetido em todas as épocas, para servir como controle. Os cinco hospedeiros que tiveram resultados contrastantes nas três primeiras épocas foram novamente submetidos a novos bioensaios, em duas outras épocas. Os trabalhos foram realizados entre novembro de 2006 e julho de 2008, de acordo com o grupo de hospedeiro, nas seguintes épocas (meses/anos): I (11-12/2006), II (3-4/2007), III (7-8/2007), IV (9-10/2007) e V (6-7/2008).

O bioensaio foi iniciado no laboratório, quando as plantas hospedeiras atingiram o estágio de 4–5 folhas, aproximadamente 15 dias após a germinação. Todas as avaliações foram realizadas em laboratório com iluminação natural intensa e em condições controladas de temperatura ( $26 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e umidade relativa ( $60 \pm 10\%$ ). Assim, a fotofase foi a mesma em que as plantas hospedeiras estavam expostas no campo durante seu desenvolvimento. Foram avaliadas as seguintes variáveis biológicas:

### Sobrevivência larval

Esta variável foi avaliada em duas etapas, sobrevivência inicial (primeiro ínstar) e sobrevivência durante

**Tabela 1.** Lista das espécies de plantas hospedeiras utilizadas para avaliação do índice de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Adaptada de “*Spodoptera Database*”

Nome Científico	Cultivar	Nome comum	Família
<i>Amaranthus viridis</i> L.	planta invasora	caruru-de-porco	Amaranthaceae
<i>Arachis hypogaea</i> L.	IAC 886	Amendoim	Fabaceae
<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst) Stapf	Brizantha	capim-marandu	Poaceae
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Basilisk	capim-braquiária	Poaceae
<i>Cenchrus echinatus</i> (L.)	planta invasora	capim-carrapicho	Poaceae
<i>Gossypium herbaceum</i> L.	EPMG-Redenção	Algodão	Malvaceae
<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	Valiosa RR	Soja	Fabaceae
<i>Oryza sativa</i> L.	BRSMG-Conai	Arroz	Gramineae
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Tanzânia	capim-tanzânia	Poaceae
<i>Paspalum notatum</i> Fluggé	jardinagem	grama batatais	Poaceae
<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. Br.	BRS 1501	Milheto	Poaceae
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Pérola	Feijão	Fabaceae
<i>Saccharum officinarum</i> L.	IAC-Forageira	cana-de-açúcar	Poaceae
<i>Sorghum arundinaceum</i> (Willd.)Stapf	planta invasora	sorgo selvagem	Poaceae
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	BRS 310	sorgo granífero	Poaceae
<i>Triticum aestivum</i> L.	Embrapa-42	Trigo	Poaceae
<i>Zea mays</i> L.	BRS 1030	Milho	Poaceae

Fonte: POGUE (1995).

todo o período larval. Inicialmente, selecionou-se um número conhecido de ovos (cerca de 50) próximo à eclosão, obtidos de colônia de *S. frugiperda*, coletadas na fase de larva em milho na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo e mantida em laboratório por vários anos em dieta artificial no laboratório de entomologia para a infestação. Os insetos foram acondicionados em caixa Gerbox® (11,0x11,0x3,5 cm de altura), com seções de folhas de cada hospedeiro em tamanho médio de 50 cm<sup>2</sup>, para avaliar a sobrevivência inicial, ou seja, 48 horas após a eclosão. Para o cálculo da sobrevivência inicial, avaliou-se o número de larvas eclodidas e sobreviventes em cada época de cultivo dos hospedeiros.

Para avaliar a sobrevivência durante todo o desenvolvimento larval e evitar o canibalismo, larvas sobreviventes após as 48 horas, depois de avaliadas, foram confinadas individualmente em cada hospedeiro, utilizando copos plásticos (café), com capacidade de 50 mL e tampas de acrílico transparente. Os copos foram acondicionados em bandejas de isopor, as quais foram mantidas em estantes de metal. Foram utilizadas cem repetições, sendo cada repetição um copo com uma larva. Sempre foram utilizadas três seções de folhas tenras, com cerca de 10 centímetros quadrados, de cada hospedeiro. Os pedaços de folhas foram substituídos a cada dois dias, até completar o período larval ou a morte do inseto, quando também foram anotadas as sobrevivências larvais. Para computar a porcentagem de sobrevivência, cada grupo de dez dos cem avaliados foi considerado uma repetição.

## Período larval

O período de desenvolvimento larval de *S. frugiperda* foi determinado a partir do dia da eclosão das larvas até o primeiro dia em que se observou a pupa. As observações foram realizadas a cada dois dias.

## Biomassa de pupas

A biomassa de cada pupa de *S. frugiperda*, para cada tratamento, foi registrada no primeiro dia de sua observação, utilizando-se balança de precisão (0,1 mg), tomando-se o cuidado para não danificar o inseto durante a operação.

## Índice de Adaptação (IA)

Para estimar o estágio de adaptação de *S. frugiperda* nos 17 hospedeiros, foi utilizado o índice de adaptação. Assim, com um único indicador se pode avaliar e classificar o estágio de adaptação de *S. frugiperda* em cada hospedeiro. Este índice é uma adaptação do Índice de Suscetibilidade (IS) proposto por PENCOE e MARTIN (1982). O Índice de Suscetibilidade é calculado segundo a fórmula:

$$IS = (SBL \cdot FDA) / (PDL \cdot AFC)$$

Em que: IS=índice de suscetibilidade, SBL=sobrevivência larval, FDA=fecundidade dos adultos, PDL=período de desenvolvimento larval (dias) e AFC=área foliar consumida.

O índice de suscetibilidade quantifica tanto o estágio de adaptação do inseto ao hospedeiro, quanto a sensibilidade do hospedeiro aos danos causados pela espécie em questão. Como o objetivo deste trabalho foi avaliar apenas o estágio de adaptação do inseto nos diferentes hospedeiros, foi eliminado da fórmula de PENCOE e MARTIN (1982) o consumo foliar, simplificando a fórmula para:

$$IA = (SBL * FDA) / (PDL)$$

Em que: IA=índice de adaptação, SBL=sobrevivência larval, FDA=fecundidade dos adultos e PDL=período de desenvolvimento larval.

Como a sobrevivência larval foi estimada em duas etapas, para o cálculo do IA considerou-se a sobrevivência de todo o período larval, multiplicando-se as duas razões (sobrevivência inicial e a durante o restante do período larval).

A justificativa para alteração da fórmula inicial do índice de suscetibilidade se baseia no fato de que a área foliar consumida afeta principalmente a planta, mas a quantidade consumida pode ser considerada irrelevante para a dinâmica populacional do inseto em condição de abundância do hospedeiro no agroecossistema. Assim, o índice deixa de ser de suscetibilidade, pois passa a usar apenas as variáveis do inseto, passando a indicar apenas o estágio de adaptação deste no hospedeiro. Portanto, pode ser referido apenas como Índice de Adaptação (IA). Como a fecundidade dos adultos em gaiolas é afetada pela condição artificial, ela foi estimada baseando-se na biomassa de pupas. De acordo com LEUCK e PERKINS (1972), a fecundidade de *S. frugiperda* é significativamente correlacionada com o peso de pupas. Também para outras espécies, como *Antheraea assama* Westwood (Lepidoptera: Saturniidae), foi demonstrado por BARAH e SENGUPTA (1993) que o número de ovos colocados por fêmea está positivamente correlacionado com a massa de pupas ( $r=0,973$ ) e significativo ao nível de 1% de probabilidade. Assim, por ser a biomassa de pupa uma variável relativamente fácil de ser obtida com precisão, ela pode ser usada para estimar a fecundidade dos insetos desenvolvidos nos diferentes hospedeiros.

### Índice Relativo de Adaptação (IRA)

Considerando que as variáveis biológicas estudadas, sobrevivência larval, período larval e biomassa de pupas variam de acordo com as condições ambientais, as quais afetam também os hospedeiros, os dados obtidos nas diferentes épocas de avaliação não podem ser comparados diretamente. Consequentemente, também o índice de adaptação de *S. frugiperda* deve variar entre as épocas. Neste caso, optou-se por se calcular um índice relativo de adaptação para *S. frugiperda* com base no índice de

adaptação obtido no milho, por ser seu hospedeiro preferencial (CRUZ, 1995). Como o índice de adaptação deve variar, mesmo entre as diferentes cultivares de milho, em todas as épocas de avaliação, foi utilizado o híbrido BRS 1030 como testemunha e, assim, corrigir o efeito de época sobre o estágio de adaptação de *S. frugiperda* nos diferentes hospedeiros. Considerando que o índice de adaptação de *S. frugiperda* no milho representa o estágio de adaptação mais avançado (100%), o Índice Relativo de Adaptação (IRA) foi calculado:

$$IRA = 100 * (IA_h) / (IA_m)$$

Em que: IA<sub>h</sub>=índice de adaptação de *S. frugiperda* no hospedeiro em questão e IA<sub>m</sub>=índice de adaptação de *S. frugiperda* no milho avaliado como testemunha em cada bioensaio. O índice relativo de adaptação pode ser expresso em porcentagem ou como um valor absoluto, retirando o fator 100 da equação apresentada acima.

### Análise estatística

Para ajustar os hospedeiros à sua melhor época de desenvolvimento durante o ano e facilitar a avaliação dos 17 hospedeiros, os tratamentos variaram a cada época. A análise foi realizada comparando os tratamentos (hospedeiros) em cada época independentemente. Para todas as variáveis, os dados foram submetidos à ANOVA. Quando houve indicação de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Para avaliar a correlação de cada uma dessas variáveis biológicas com o índice de adaptação, foram estimados os coeficientes de correlação utilizando o programa estatístico livre SISVAR (FERREIRA, 2003). Os dados da sobrevivência inicial e a sobrevivência durante o resto do período larval foram transformados em  $(x+0,5)^{1/2}$  para efeitos de análise estatística.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dezessete espécies de plantas hospedeiras de *S. frugiperda*, selecionadas para este estudo, foram avaliadas inicialmente em três épocas (Tabela 2). Os hospedeiros com resultados contrastantes foram reavaliados em duas outras épocas para confirmar os resultados obtidos anteriormente (Tabela 3).

Nas duas últimas épocas de avaliação, além do milho, o milheto foi repetido, por ter resultados muito semelhantes àqueles encontrados em milho como hospedeiro de *S. frugiperda*. Nas cinco épocas de avaliação, o milho se destacou como o melhor hospedeiro para *S. frugiperda*, com base na sobrevivência, biomassa de pupas e período de desenvolvimento. Também, para todas as variáveis, foram observadas diferenças significativas entre os



**Tabela 2.** Médias ( $\pm$ EP) das variáveis biológicas de *Spodoptera frugiperda*, cujas larvas foram alimentadas em diferentes hospedeiros cultivados em três épocas. Sete Lagoas (MG)

Época*	Hospedeiro	Sobrevivência inicial (razão) <sup>(1)</sup>	Sobrevivência larval (razão) <sup>(1)</sup>	Período larval (dias)	Biomassa de pupas (mg)
I	Arroz	0,46 $\pm$ 0,07 c	0,74 $\pm$ 0,05 ab	16,7 $\pm$ 0,07 a	213,8 $\pm$ 2,86 b
I	Feijão	0,83 $\pm$ 0,04 b	0,60 $\pm$ 0,06 b	14,3 $\pm$ 0,08 b	236,2 $\pm$ 4,95 ab
I	milheto	1,00 $\pm$ 0,00 a	0,77 $\pm$ 0,05 ab	12,9 $\pm$ 0,05 c	227,0 $\pm$ 2,41 ab
I	Milho	0,99 $\pm$ 0,05 a	0,88 $\pm$ 0,06 a	12,6 $\pm$ 0,11 c	246,1 $\pm$ 3,28 a
I	Soja	0,73 $\pm$ 0,05 b	0,74 $\pm$ 0,05 ab	15,5 $\pm$ 0,06 a	241,4 $\pm$ 2,95 a
I	Sorgo granífero	1,00 $\pm$ 0,00 a	0,85 $\pm$ 0,04 a	12,8 $\pm$ 0,06 c	244,2 $\pm$ 6,24 a
II	Algodão	0,82 $\pm$ 0,04 bc	0,74 $\pm$ 0,05 ab	17,6 $\pm$ 0,19 b	209,4 $\pm$ 3,99 b
II	Amendoim	0,94 $\pm$ 0,02 ab	0,80 $\pm$ 0,04 a	17,7 $\pm$ 0,08 b	240,3 $\pm$ 3,88 a
II	Capim-carrapicho	0,70 $\pm$ 0,06 c	0,61 $\pm$ 0,06 b	20,3 $\pm$ 0,13 a	173,8 $\pm$ 5,44 c
II	Capim-braquiária	0,97 $\pm$ 0,02 ab	0,82 $\pm$ 0,04 a	16,6 $\pm$ 0,10 bc	201,6 $\pm$ 4,51 b
II	Capim-marandu	0,87 $\pm$ 0,04 ab	0,79 $\pm$ 0,05 a	14,7 $\pm$ 0,10 cd	218,3 $\pm$ 4,13 b
II	Milho	0,99 $\pm$ 0,01 a	0,82 $\pm$ 0,09 a	12,8 $\pm$ 0,12 d	241,1 $\pm$ 4,10 a
III	Cana-de-açúcar	0,88 $\pm$ 0,03 ab	0,13 $\pm$ 0,09 d	17,4 $\pm$ 1,00 b	221,9 $\pm$ 12,66 c
III	Caruru-de-porco	0,99 $\pm$ 0,01 a	0,97 $\pm$ 0,02 a	22,5 $\pm$ 0,10 ab	191,7 $\pm$ 7,56 d
III	Gramma batatais	0,81 $\pm$ 0,04 b	0,46 $\pm$ 0,07 c	27,1 $\pm$ 0,11 a	218,0 $\pm$ 3,46 c
III	Milho	1,00 $\pm$ 0,00 a	0,90 $\pm$ 0,03 ab	18,2 $\pm$ 0,15 b	262,6 $\pm$ 3,76 b
III	Sorgo selvagem	0,94 $\pm$ 0,02 a	0,85 $\pm$ 0,04 ab	18,1 $\pm$ 0,15 b	284,6 $\pm$ 3,30 a
III	Capim-marandu	1,00 $\pm$ 0,00 a	0,77 $\pm$ 0,05 b	16,7 $\pm$ 0,21 b	226,8 $\pm$ 3,67 c

Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada coluna e época, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; <sup>(1)</sup> Dados transformados em  $(x+0,5)^{1/2}$  para submeter à análise estatística; \*Épocas (meses/anos): I (11-12/2006), II (3-4/2007), III (7-8/2007).

**Tabela 3.** Médias ( $\pm$ EP) das principais variáveis biológicas de *Spodoptera frugiperda*, cujas larvas foram alimentadas em hospedeiros selecionados nas três épocas anteriores e cultivados em duas épocas. Sete Lagoas (MG)

Época*	Hospedeiro	Sobrevivência inicial (razão) <sup>(1)</sup>	Sobrevivência larval (razão) <sup>(1)</sup>	Período larval (dias)	Biomassa de pupas (mg)
IV	Milheto	0,90 $\pm$ 0,03 a	0,78 $\pm$ 0,05 b	15,7 $\pm$ 0,12 a	247,3 $\pm$ 3,96 ab
IV	Milho	0,97 $\pm$ 0,02 a	0,92 $\pm$ 0,03 a	15,9 $\pm$ 0,06 a	294,2 $\pm$ 3,56 a
IV	Trigo	0,89 $\pm$ 0,03 a	0,78 $\pm$ 0,05 b	15,9 $\pm$ 0,07 a	216,3 $\pm$ 5,69 b
V	Cana-de-açúcar	0,53 $\pm$ 0,07 b	0,49 $\pm$ 0,07 b	24,1 $\pm$ 0,11 a	215,0 $\pm$ 5,06 d
V	Milheto	0,88 $\pm$ 0,03 a	0,82 $\pm$ 0,04 a	15,5 $\pm$ 0,06 c	231,6 $\pm$ 2,45 c
V	Milho	0,94 $\pm$ 0,02 a	0,89 $\pm$ 0,03 a	16,9 $\pm$ 0,03 b	273,9 $\pm$ 2,28 a
V	Sorgo granífero	0,91 $\pm$ 0,03 a	0,89 $\pm$ 0,03 a	15,0 $\pm$ 0,01 c	270,9 $\pm$ 2,29 a
V	Sorgo selvagem	0,95 $\pm$ 0,02 a	0,88 $\pm$ 0,03 a	15,3 $\pm$ 0,02 c	256,6 $\pm$ 3,38 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (em cada coluna e época), pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; <sup>(1)</sup> Dados transformados em  $(x+0,5)^{1/2}$  para submeter à análise estatística; \*Épocas avaliadas: IV (setembro-outubro/2007) e V (junho-julho/2008).

hospedeiros, exceto para a sobrevivência inicial e período larval entre o milho, milheto e trigo (Época IV). Em geral, as variáveis biológicas de *S. frugiperda* estudadas não diferiram significativamente entre o milho, milheto, sorgo granífero e sorgo selvagem.

Resultados semelhantes para a sobrevivência larval, período de desenvolvimento larval e biomassa de pupas, de *S. frugiperda* alimentada com folhas de milho, sorgo granífero e milheto, em laboratório, foram reportados por Sá et al. (2009). Segundo MURÚA e VÍRLA (2004), a fertilidade de *S. frugiperda* variou de 92,1%, em milho, 96,4%, em *P. maximum*, a 99,4%, em *C. dactylon*. Portanto, *S. frugiperda* se adapta bem em vários hospedeiros e estudos mais detalhados precisam ser desenvolvidos para definir que papel o complexo de hospedeiros desempenha na dinâmica populacional dessa espécie polífaga.

### Sobrevivência larval

A sobrevivência larval de *S. frugiperda* foi significativamente diferente entre alguns hospedeiros (Tabelas 2 e 3). A sobrevivência inicial, em todas as épocas, foi maior no milho e acima de 90%. Ela foi significativamente menor no arroz, no carrapicho, na grama batatais e na cana-de-açúcar (época V). A sobrevivência inicial de *S. frugiperda* não diferiu significativamente entre o milho, milheto e sorgo granífero, na época I; entre milho, amendoim, capim-braquiária e capim-marandu, na época II; e entre milho, cana-de-açúcar, caruru-de-porco, sorgo selvagem, capim-tanzânia e trigo, na época III. Durante todo o período larval, observou-se a maior variação da sobrevivência de *S. frugiperda* nos diferentes hospedeiros, do que foi registrado na sobrevivência inicial. A maior sobrevivência larval de *S. frugiperda* foi

registrada no milho e as menores sobrevivências no feijão, no carrapicho e na cana-de-açúcar. Essa variável não diferiu, significativamente, entre o milho, milheto, sorgo granífero, sorgo selvagem, arroz e soja, na época I; entre milho, algodão, amendoim, capim-braquiária e capim-marandu, na época II; e entre milho, caruru-de-porco e sorgo selvagem, na época III. Embora a cana-de-açúcar seja considerada um hospedeiro de *S. frugiperda*, apenas a sobrevivência inicial na época III foi semelhante à do milho, mas, a sobrevivência durante todo o período larval, nessa época, e a sobrevivência inicial e larval, na época V foram muito baixas. Esse fato se deve, provavelmente, às características físicas da folha, que, além de ser fibrosa, perde umidade facilmente após o corte, dificultando a alimentação pelas lagartas. A alta sobrevivência de *S. frugiperda* em hospedeiros alternativos foi observada também por PENCOE e MARTIN (1982) e em milho, sorgo, milheto e soja por SÁ et al. (2009). Considerando um biótipo milho de *S. frugiperda*, MEAGHER et al. (2004) verificaram maior sobrevivência desse biótipo no sorgo selvagem (95,6%) do que no próprio milho (62,2%). BAVARESCO et al. (2003) registraram sobrevivência muito baixa de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) em mamona (21,7%), cebola (21,8%) e soja (3,9%).

### Período larval

O período de desenvolvimento larval de *S. frugiperda*, medido em dias, foi significativamente diferente entre os hospedeiros avaliados em quatro, das cinco épocas estudadas (Tabelas 2 e 3). Apenas na época IV, quando o milho foi comparado com o milheto e trigo, não se observou diferença significativa entre os tratamentos. O período larval de *S. frugiperda* foi tão curto como no milho, nos hospedeiros milheto, sorgo granífero, sorgo selvagem, capim-marandu, capim-tanzânia, caruru-de-porco e na cana-de-açúcar na época III. Por outro lado, na época V, o maior período larval de *S. frugiperda* foi observado na cana-de-açúcar. O período larval de *S. frugiperda* foi intermediário no algodão, amendoim, braquiária, na soja e no feijão, embora, nestes dois últimos, tenha sido significativamente diferente entre eles.

Geralmente, quanto mais curto o período de desenvolvimento larval, sem redução de biomassa, pode-se inferir que mais adequado e melhor é o hospedeiro para o desenvolvimento do inseto. Em laboratório, SÁ et al. (2009) não observaram diferenças significativas no período larval de *S. frugiperda* alimentada com folhas de milho, sorgo, milheto, soja ou braquiária, confirmando os resultados aqui observados, exceto para soja e braquiária que foi significativamente maior do que nos demais. PANIZZI et al. (2004), avaliando em laboratório o desenvolvimento de lagartas de *Anticarsia gemmatilis* (Hübner), em 17 espécies vegetais, observaram que houve diferenças entre algumas leguminosas. Não houve diferença significativa no período de desenvolvimento larval de *A. gemmatilis*

na soja, guandu, caupi e crotalária, mas foi maior nas larvas alimentadas em tremoço azul, ervilhaca e em ervilha. Segundo MOSCARDI et al. (1981), o alto valor nutricional do hospedeiro acelera o desenvolvimento das larvas.

### Biomassa de pupa

Quando confinada em um recipiente totalmente fechado, a larva de *S. frugiperda*, antes de entrar na fase de pupa, prepara sua câmara pupal com os restos de alimentos, onde permanece até a emergência do adulto. Como houve alta mortalidade de larvas em alguns hospedeiros durante o período de desenvolvimento larval, o número de insetos avaliados variou entre os tratamentos. No milho, a biomassa de pupas de *S. frugiperda* variou de 241,1 mg, na época II, a 294,2 mg, na época IV (Tabelas 2 e 3). Entre todas as épocas, apenas as larvas alimentadas com folhas do sorgo selvagem, na época III, tiveram a média da biomassa de pupas significativamente maior do que a das pupas de larvas desenvolvidas no milho. As médias da biomassa de pupas obtidas de larvas alimentadas com folhas de feijão, soja, sorgo granífero e amendoim não diferiram significativamente daquelas desenvolvidas no milho. Por outro lado, a média da biomassa de pupas das larvas alimentadas com folhas de milheto não diferiu da média das desenvolvidas no milho, nas épocas I e IV, mas foi significativamente menor na época V. As médias da biomassa de pupas das larvas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas do arroz, algodão, capim-carrapicho, capim-braquiária, capim-marandu, cana-de-açúcar, caruru-de-porco, grama batatais, capim-tanzânia e trigo foram, significativamente, menores do que a média da biomassa de pupas desenvolvidas no milho. Embora, na época III, a média da biomassa de pupas obtidas no sorgo selvagem tenha sido significativamente maior do que a média obtida no milho, na época V essa média foi menor. No milheto, nas épocas I e IV, a média da biomassa de pupas das larvas não diferiu significativamente das desenvolvidas no milho, mas foi significativamente menor na época V.

Analisando a sobrevivência (inicial e durante o restante da fase larval), o período larval e a biomassa de pupas de *S. frugiperda*, em cada hospedeiro, verifica-se que apenas no milheto e no sorgo granífero na época I, essas variáveis não discriminaram significativamente esses tratamentos do milho (Tabelas 2 e 3). Em contraste, a grama batatais, o arroz e a cana-de-açúcar diferiram do milho em pelo menos três dessas quatro variáveis analisadas. Nas médias dos demais hospedeiros não houve diferenças significativas em duas ou mais das variáveis estudadas. Portanto, com base nessas variáveis analisadas, é possível separar o conjunto estudado em pelo menos três grupos de hospedeiros. Entretanto, fica difícil elaborar um ordenamento dos hospedeiros de *S. frugiperda*, analisando o conjunto dessas variáveis estudadas. Desse modo, foi calculado um índice, ponderando-se todas as variáveis estudadas, sendo

estimado um valor específico do estágio de adaptação do inseto em cada hospedeiro.

### Índice de Adaptação

Os índices de adaptação de *S. frugiperda* foram calculados, segundo a equação apresentada em Material e Métodos, para cada hospedeiro por época de avaliação e estão apresentados na tabela 4. Assim, em condições de laboratório, o estágio de adaptação de *S. frugiperda* variou de um hospedeiro para outro. Nos hospedeiros estudados em mais de uma época, também se observou variação entre épocas (Tabela 4). Além do milho, o índice de adaptação foi maior que 10 para o sorgo granífero, milheto, sorgo selvagem, capim-marandu e capim-tanzânia. Os hospedeiros em que ocorreram os menores índices de adaptação para

*S. frugiperda* foram: cana-de-açúcar (1,46 na época II e 2,32 na época V); grama batatais (3,00) e capim-carrapicho (3,66). Nos demais hospedeiros, o índice de adaptação de *S. frugiperda* foi intermediário.

Os coeficientes de correlação estimados entre o índice de adaptação com a sobrevivência larval (0,871) e com a biomassa de pupas (0,679) foram positivos e com o período larval (-0,689) negativo. Portanto, o índice de adaptação está mais correlacionado com a sobrevivência larval do que com a biomassa de pupas ou período larval.

### Índice Relativo de Adaptação (IRA)

O índice relativo de adaptação foi calculado, para cada hospedeiro e época de avaliação, conforme descrito em Material e Método e estão apresentados na tabela 5.

**Tabela 4.** Índice de Adaptação (IA) de *Spodoptera frugiperda*, cujas larvas foram alimentadas em diferentes hospedeiros cultivados em cinco épocas, entre novembro de 2006 e setembro de 2008. Sete Lagoas (MG)

Hospedeiro	Épocas				
	I(11-12/06)	II(03-04/07)	III(07-08/07)	IV(09-10/07)	V(06-07/08)
Algodão		7,2			
Amendoim		10,2			
Cana-de-açúcar			1,5		2,3
Capim-braquiária		9,7			
Capim-carrapicho		3,7			
Capim-marandu		10,2			
Capim-tanzânia			10,5		
Caruru-de-porco			8,2		
Grama batatais			3,0		
Soja	8,4				
Sorgo granífero	16,2				14,6
Sorgo selvagem			12,6		14,0
Milheto	14,2			11,1	10,8
Milho	17,4	15,3	12,9	16,5	13,6
Trigo				9,4	

**Tabela 5.** Índice Relativo de Adaptação (IRA%) de *Spodoptera frugiperda*, cujas larvas foram alimentadas em diferentes hospedeiros cultivados em cinco épocas, entre novembro de 2006 e setembro de 2008. Sete Lagoas (MG)

Hospedeiro	Épocas				
	I(11-12/06)	II(03-04/07)	III(07-08/07)	IV(09-10/07)	V(06-07/08)
Algodão		47,2			
Amendoim		66,8			
Arroz	25,0				
Cana-de-açúcar			11,2		17,1
Capim-braquiária		63,2			
Capim-carrapicho		23,9			
Capim-marandu		66,7			
Capim-tanzânia			80,5		
Caruru-de-porco			63,0		
Feijão	47,2				
Grama batatais			23,1		
Soja	48,3				
Sorgo granífero	93,0				107,8
Sorgo selvagem			96,7		103,4
Milheto	81,5			66,9	79,5
Trigo				57,2	



O índice variou de 11,2% na cana-de-açúcar a 107,8% no sorgo granífero. Nota-se que, na época V, o índice relativo de adaptação de *S. frugiperda*, tanto no sorgo granífero, como no sorgo selvagem, foi ligeiramente maior do que no próprio milho. Nas outras épocas, o índice relativo de adaptação de *S. frugiperda*, nesses hospedeiros, foi ligeiramente menor e, se considerarmos as médias das duas épocas, o índice, tanto do sorgo granífero, como do sorgo selvagem, fica em torno dos 100%, indicando que essas diferenças podem estar relacionadas com o erro experimental e não com uma possível interação entre hospedeiro e época de cultivo. Mas, para dirimir esta questão, as interações entre hospedeiros e épocas de cultivo, sobre o estágio de adaptação de *S. frugiperda*, precisam ser reavaliadas nos próximos estudos, incluindo os hospedeiros em todas as épocas de cultivo.

Os coeficientes de correlação entre o índice relativo de adaptação e as variáveis utilizadas no seu cálculo, foram positivos com a sobrevivência (90,0%) e com a biomassa de pupas (71,4%) e negativo com o período larval (-56,4%). Nota-se que o índice relativo de adaptação foi mais correlacionado com a sobrevivência larval do que o índice de adaptação. Nota-se ainda que as correlações do índice relativo de adaptação com a sobrevivência e biomassa de pupas foram aumentadas e com o período larval, reduzidas. Outro aspecto relevante da sobrevivência total das larvas foi sua maior correlação com a sobrevivência durante o desenvolvimento larval (91,5%) do que com a sobrevivência inicial (77,0%). Este resultado sugere maior sensibilidade de larvas maiores, ao efeito dos hospedeiros, do que larvas menores.

Com base no índice relativo de adaptação de cada hospedeiro, pode-se dividir o conjunto de hospedeiros estudado em pelo menos três grupos distintos: aqueles com o índice relativo de adaptação acima de 90%, cuja semelhança ao milho, para a biologia de *S. frugiperda*, os coloca no grupo preferencial; aqueles hospedeiros com o índice no quartil inferior (25%) e podem ser considerados hospedeiros marginais por ter limitações relevantes à biologia de *S. frugiperda* e, finalmente, aquele grupo intermediário (índice relativo de adaptação entre 26% e 90%), em que está incluída a maioria dos hospedeiros estudados. Esses resultados indicam quais hospedeiros podem ter maior ou menor relevância na dinâmica populacional de *S. frugiperda* no agroecossistema. Não se pode fazer inferência sobre a dinâmica populacional de *S. frugiperda*, exclusivamente com base na adaptação do inseto no hospedeiro, pois, tanto a distribuição, espacial e temporal, desses hospedeiros, como sua densidade no ambiente, são fatores relevantes para a sobrevivência e o desenvolvimento dos insetos.

Os hospedeiros com índice relativo de adaptação alto indicam que, nas condições estudadas (laboratório), suas folhas cortadas são alimentos satisfatórios para *S. frugiperda*, semelhante às folhas do milho. Pode ser destacado, ainda, que no laboratório, o sorgo granífero

testado, cultivar BRS 310, foi o hospedeiro que mais se assemelhou ao milho, para a adaptação de *S. frugiperda*, e a cana-de-açúcar, o hospedeiro menos favorável.

Esse índice pode servir também como referência para selecionar a sequência das culturas a serem usadas na rotação ou sucessão, visando reduzir a população de *S. frugiperda* em condições de campo, tendo em vista que essa espécie, pelo menos em determinadas condições, possui baixa capacidade de dispersão no campo, cerca de 180 m (VILARINHO et al., 2006). Essa informação da adaptação de *S. frugiperda* em outros hospedeiros pode ser importante também para os produtores que cultivam o milho Bt. É recomendado o uso de área de refúgio como estratégia para o manejo da resistência do inseto às proteínas e, assim, o conhecimento do estágio de adaptação de *S. frugiperda*, em outros hospedeiros, pode contribuir para a escolha de culturas alternativas nas proximidades das lavouras Bt's, aumentando ou diminuindo a área de refúgio.

O índice relativo de adaptação pode também ser usado nos estudos de variabilidade populacional de *S. frugiperda*, tanto em um mesmo espaço físico em culturas diferentes, conforme os trabalhos realizados por BUSATO et al. (2004), ou em função da variação espacial, através da avaliação de populações oriundas de diferentes regiões. Pode, ainda, ser estimado ao longo do tempo para se avaliar a evolução da adaptação de espécies de insetos a um ou mais hospedeiros. POGUE (1995) cita mais de cem espécies de plantas hospedeiras de *S. frugiperda*, portanto, esta espécie exibe alto grau de polifagia, podendo se alimentar e sobreviver em diversos grupos de plantas. Por esse motivo, é natural que *S. frugiperda* proporcione diferentes estágios de adaptação, em função da disponibilidade de hospedeiros no ambiente onde ela está se reproduzindo. Respostas diferenciais de *S. frugiperda* a diferentes hospedeiros foram observadas também por SÁ et al. (2009). Mesmo em hospedeiro preferencial como o milho (CRUZ, 1995), pode-se observar respostas diferentes, em função do genótipo, como registrado por MENDES et al. (2011). Evidentemente, os mecanismos de resistência de plantas a insetos interferem com a adaptação das espécies nos seus respectivos hospedeiros. Assim, tanto a sobrevivência como o período larval e a biomassa de pupas são variáveis afetadas, basicamente, pela qualidade alimentar da planta para o inseto ou pela presença de substâncias secundárias, com propriedades defensivas para a planta (PAINTER, 1951). Ainda, segundo esse autor, esses efeitos podem ser manifestados através da não preferência para alimentação ou pela antibiose. O mecanismo de tolerância é uma resposta da evolução adaptativa da planta ao inseto, cujos danos não afetam sua sobrevivência e produção econômica. A não preferência para alimentação está relacionada com a morfologia e consistência dos tecidos, mas, principalmente, pela presença de inibidores de alimentação, que podem prejudicar o desenvolvimento dos insetos

herbívoros (SANTOS e BOIÇA JUNIOR, 2001; WILLIAMS et al., 1990; WILLIAMS e BECKLEY, 1992). Portanto, métodos práticos e eficazes para comparar esses diferentes hospedeiros e, assim, definir o papel de cada um na dinâmica populacional das espécies de insetos herbívoros são da mais alta relevância para definir estratégias de manejo de pragas e da resistência de insetos aos transgênicos.

#### 4. CONCLUSÃO

Em laboratório, as principais variáveis biológicas de *S. frugiperda*, como sobrevivência, período larval e biomassa de pupas, são afetadas pelas espécies de hospedeiros e pela época de cultivo desses hospedeiros.

O Índice Relativo de Adaptação (IRA) é um indicador satisfatório do estágio de adaptação de *S. frugiperda* em diferentes hospedeiros e, das três variáveis analisadas, a sobrevivência dos insetos é a que mais afeta esse índice.

No sorgo granífero e no sorgo selvagem, *S. frugiperda* possui estágio de adaptação muito próximo ao do milho. No arroz, capim-carrapicho, grama batatais e na cana-de-açúcar, *S. frugiperda* tem estágio de adaptação baixo. Nos hospedeiros milheto, capim-tanzânia, amendoim, capim-marandu, capim-braquiária, caruru-de-porco, trigo, soja, algodão e feijão, o estágio de adaptação de *S. frugiperda* é intermediário;

#### AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à Embrapa Milho e Sorgo e à Universidade Federal de Minas Gerais, pelo apoio logístico; ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro. Também, aos funcionários da Embrapa Milho e Sorgo, Eustáquio Francisco Souza de Oliveira e Mauro Eugênio de Resende Paulinelli, às estagiárias, Talita Costa Fermينو, Sabrina Cordeiro de Macedo e Yara Lopes Xavier, pela colaboração na realização dos trabalhos de laboratório e campo.

#### REFERÊNCIAS

BARAH, A.; SENGUPTA, A.K. Correlation and regression studies between pupal weight and fecundity of muga silkworm *Antheraea assama* Westwood (Lepidoptera: Saturniidae) on four different foodplants. *Acta Physiologica Hungarica*, v.78, p.261-264, 1991.

BAVARETO, A.; GARCIA, M.S.; GRÜTZMACHER, A.D.; FORESTI, J.; RINGENBERG, R. Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamona, soja e feijão. *Ciência Rural*, v.33, p.993-998, 2003.

BUSATO, G.R.; GRÜTZMACHER, A.D.; GARCIA, M.S.; GIOLO, F.P.; STAFANELLO, JR.G.J.; ZOTTI, M.J. Preferência

para Alimentação de Biótipos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por Milho, Sorgo, Arroz e Capim-Arroz. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.10, p.215-218, 2004.

CORTEZ, M.G.R.; WAQUIL, J.M. Influência de cultivar e nível de infestação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no rendimento de grãos. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.26, p.407-410, 1997.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Yield impact of larval infestation of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to midwhorl stage of corn. *Journal of Economic Entomology*, v.76, p.1052-1054, 1983.

CRUZ, I. Manejo integrado de pragas de milho com ênfase para o controle biológico. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE O CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 4., 1995, Campinas, SP. Anais... Campinas: SEB/Instituto Biológico, 1995. p.48-92.

CTNBio. Parecer técnico conclusivo consolidado e final para liberação comercial, 2011. Disponível em: [www.ctnbio.gov.br/upd\\_blob/0001/1543.doc](http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0001/1543.doc). Acesso em 2013.

FERREIRA, D.F. Sisvar versão 4.2. Lavras: UFLA, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística da agropecuária. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>. 2009.

LEUCK, D.B.; PERKINS, W.D. A method of estimating a fall armyworm progeny reduction when evaluating control achievement by host-plant resistance. *Journal of Economic Entomology*, v.65, p.482-483, 1972.

MEAGHER, R.L.; NAGOSHI, R.N.; STUHL, C.; MITCHELL, E.R. Larval development of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on different cover crop plants. *Florida Entomologist*, v.87, p.454-460, 2004.

MENDES, S.M.; BOREGAS, K.G.B.; LOPES, M.E.; WAQUIL, J.M.; WAQUIL, M.S. Respostas da lagarta-do-cartucho ao milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A(b). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.239-244, 2011.

MOSCARDI, F.; BARFIELD, C.S.; ALLEN, G.E. Impact of soybean phenology on velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae): oviposition, egg hatch, and adult longevity. *Canadian Entomology*, v.113, p.113-119, 1981.

MURÚA, G.; VIRLA, E. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae) fed on corn and two predominant grass in Tucuman (Argentina). *Acta Zoológica Mexicana*, v.20, p.199-210, 2004.

PAINTER, R. Insect resistance in crop plants. New York: Macmillan, 1951. 520p.

PANIZZI, A.R.; OLIVEIRA, L.J.; SILVA, J.J. Survivorship, larval development and pupal weight of *Anticarsia gemmatilis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) feeding on potential leguminous host plants. *Neotropical Entomology*, v.33, p.563-567, 2004.

PENCOE, N.L.; MARTIN, P.B. Development and reproduction of fall armyworms on several wild grasses. *Environmental Entomology*, v.10, p.999-1002, 1981.

PENCOE, N.L.; MARTIN, P.B. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larval development and adult fecundity on five grass hosts. *Environmental Entomology*, v.11, p.720-724, 1982.

POGUE, M.G. World *Spodoptera* Database (Lepidoptera: Noctuidae), 1995. Disponível em: <http://www.sel.barc.usda.gov/lep/spodoptera/spodoptera.html>. Acesso em 2007.

SÁ, V.G.M.; FONSECA, B.V.C.; BOREGAS, K.G.B.; WAQUIL, J.M. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. *Neotropical Entomology*, v.38, p.108-115, 2009.

SANTOS, T.M.; BOIÇA JUNIOR, A.L. Resistência de genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) a *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, v.30, p.297-303, 2001.

VILARINHO, E.C.; FERNANDES, O.A.; OMOTO, C.; HUNT, T.E. Oil-Soluble Dyes for Marking *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, v.99, p.2110-2115, 2006.

WAQUIL, J.M.; VILELLA, F.M.F.; FOSTER, J.E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (Bt) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.3, p.1-11, 2002.

WILLIAMS, W.P.; DAVIS, F.M. Registration of Mp705, Mp706 and Mp707 germplasm lines of maize. *Crop Science*, v.24, p.1217, 1984.

WILLIAMS W.P.; BUCKLEY, P.M. Growth to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on resistant and susceptible corn. *Journal of Economic Entomology*, v.83, p.2039-2042, 1992.