

CROP PROTECTION

Sobrevivência e Desenvolvimento Larval de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Hospedeiros AlternativosVERÍSSIMO G M DE SÁ¹, BERNARDO V C FONSECA², KÁTIA G B BOREGAS³, JOSÉ M WAQUIL⁴

¹Depto. de Agronomia, UFMG, Campus de Montes Claros, Montes Claros, MG; ²Univ. FUMEC, Rua Cobre 200, B. Cruzeiro, 30.310-190, Belo Horizonte, MG; ³Depto. de Ecologia, ICB, UFMG, Pampulha, Belo Horizonte, MG; ⁴Embrapa Milho e Sorgo, C. postal 151, 35.701-970 Sete Lagoas, MG; waquil@cnpmc.embrapa.br

Edited by Paulo Roberto V S Pereira – EMBRAPA/TRIGO

Neotropical Entomology 38(1):108-115 (2009)

Survival and Larval Development of *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on Alternatives Host

ABSTRACT - Two bioassays were conducted to evaluate the suitability of host plants of fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda* (J E Smith), in the Brazilian agro-ecosystem. Larval development and survival were analyzed by infesting leaves of maize, grain sorghum, Johnson grass, soybean, *Brachiaria* and tobacco with FAW newly hatched larvae in a no choice test. No significant differences of survival were observed among insects reared on different hosts, except for tobacco, where no survivors were recorded. Larvae fed on soybean and artificial diet grew larger than those fed on the other hosts. The heaviest pupa was observed from larva fed on artificial diet and the lighter from larva fed on *Brachiaria* grass. No significant differences were reported on larval development time on natural hosts, but it was longer for larvae reared on artificial diet. Three classes of larval development time were observed on maize, four on sorghum, *Brachiaria* and soybean, and five on artificial diet. Nearly 85% of FAW larvae completed development within 12 d on maize; 77% on grain sorghum, 80% on Johnson grass, 68% on *Brachiaria* and 83% on soybean within 14 d and 69% on artificial diet within 17 d. The host suitability to FAW decreases from maize to sorghum, soybean and *Brachiaria*.

KEY WORDS: Insecta, biology, ecology, pest management, resistance management

RESUMO - Dois bioensaios foram conduzidos para avaliar a adaptação da lagarta-do-cartucho (LCM), *Spodoptera frugiperda* (J E Smith), em alguns de seus hospedeiros mais comuns nos agroecossistemas brasileiros. Em testes de confinamento, utilizando lagartas recém-eclodidas e seções de folhas de milho (*Zea mays*), sorgo grânifero (*Sorghum bicolor*), sorgo selvagem (*Sorghum* sp.), braquiária *Brachiaria* sp., soja (*Glycine max*) e fumo (*Nicotiana tabacum*), foram observados a sobrevivência e o desenvolvimento larval da LCM. A sobrevivência da LCM nos diferentes hospedeiros foi acima de 80%, exceto nas folhas de fumo, que foi nula. O acúmulo de biomassa nas lagartas desenvolvidas na soja e na dieta artificial foi maior do que nos demais hospedeiros. A maior biomassa foi das pupas de lagartas alimentadas na dieta artificial e a menor nas lagartas e pupas provenientes da braquiária. A menor média do período larval foi dos insetos desenvolvidos no milho e a maior nos alimentados na dieta artificial. Foram observadas três classes de período larval no milho; quatro no sorgo, na braquiária e na soja e cinco na dieta artificial. As porcentagens aproximadas dos indivíduos da LCM que completaram o período larval foram 85% até o 12º dia em milho; 77% em sorgo grânifero, 80% em sorgo selvagem, 83% em soja e 68% em braquiária, até o 14º dia; e 69% na dieta artificial até o 17º dia. Portanto, a adaptação da LCM foi melhor no milho, intermediária no sorgo e na soja e pior na braquiária.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, biologia, ecologia, manejo de pragas, manejo da resistência

Entre as pragas que atacam o milho, destaca-se a lagarta-do-cartucho (LCM), *Spodoptera frugiperda* (J E Smith), como a principal espécie-alvo. Vários aspectos da biologia, ecologia e manejo da LCM no Brasil estão apresentados

em Cruz (1995). Seus danos provocam altos índices de desfolhamento (Oliveira 1987, Osuna & Moro 1995), não só no Brasil, mas em toda América do Sul, América Central, México e sul dos Estados Unidos (Ortega 1987).

As perdas causadas pelos danos da LCM variam de 15% a 37% (Carvalho 1970, Cruz & Turpin 1983). O percentual de perdas independe do potencial de produção (Cruz *et al* 1999) e os prejuízos podem chegar a 500 milhões de dólares anuais (Waquil *et al* 2002). A espécie tem causado, também, sérios danos na cultura do sorgo, com perdas de cerca de 20% (Cortez & Waquil 1997), e do algodão (Gallo *et al* 2002). Isso, sem contar as perdas indiretas, com aplicações de defensivos. Segundo Cruz *et al* (1998), em várias regiões brasileiras o controle químico para a lagarta-do-cartucho tem aumentado, podendo chegar, em alguns casos, a 10 aplicações numa única safra sem, no entanto, promover o controle desejado.

Para o manejo da LCM, são recomendadas várias estratégias incluindo métodos culturais, químicos e biológicos (Cruz & Waquil 2001, Capinera 2005). Com a possibilidade do uso de plantas transgênicas expressando diferentes toxinas do *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) para o controle dos lepidópteros-praga do milho, vários aspectos precisam ser investigados. Para a lagarta-do-cartucho, as plantas de milho expressando as toxinas do *Bt*, Cry 1F e Cry 1A(b) são resistentes (Waquil *et al* 2002). No controle da lagarta-elasm, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller), as toxinas Cry 1F, Cry 1A(b), Cry 1A(c) e Cry 9C no milho são eficientes (Vilella *et al* 2002). Outro aspecto importante para a utilização do milho-*Bt* está na estratégia para o manejo da resistência. Nesse aspecto, a utilização de áreas de refúgio tem sido uma das principais recomendações. Sendo a LCM uma espécie polífaga, o entendimento do papel dos hospedeiros alternativos na dinâmica populacional do inseto é fundamental.

Um dos fatores que afetam a dinâmica populacional da LCM no ambiente é a grande disponibilidade de hospedeiros alternativos, incluindo plantas cultivadas e invasoras, que ocorrem simultaneamente com as culturas susceptíveis nos diferentes locais e épocas do ano. Embora a LCM tenha preferência pela cultura do milho (Cruz *et al* 1998), seus hospedeiros favoritos são as espécies do grupo das gramíneas (Luginbill 1928). Devido à polifagia da LCM mais de 100 espécies de plantas hospedeiras estão registradas na literatura (Pogue 1995). Segundo Veenstra *et al* (1995), a planta hospedeira tem efeito significativo sobre muitas variáveis biológicas da LCM, entre elas a biomassa larval, a duração do período larval e a biomassa da pupa. Resultados experimentais sugerem que o desenvolvimento da LCM nas gramíneas *Panicum maximum* e *Cynodon dactylon* pode ter papel importante na dinâmica populacional de *S. frugiperda* no Norte da Argentina (Murúa & Virla 2004). Com base no desenvolvimento e na sobrevivência de lagartas de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, Panizzi *et al* (2004) observaram diferenças significativas entre 17 leguminosas cultivadas e não-cultivadas, sendo que as mais adequadas foram a soja, o guandu e o tremoço branco.

No Sul do Brasil, segundo Silva *et al* (2002), a LCM usa uma sequência ampla de plantas hospedeiras para alimentação e reprodução na primavera e verão, como plantas voluntárias “guachas ou tiguerras” de trigo e aveia-preta, e plantas invasoras de milhã e papuã. A presença dessas gramíneas associada à alta umidade do ar e do solo, nos meses de dezembro e janeiro, pode determinar o desenvolvimento de altas densidades populacionais da lagarta em áreas cultivadas com soja, milho, sorgo, milheto, algodão, arroz e cana-de-açúcar. Variáveis biológicas da LCM

de diferentes localidades e plantas hospedeiras apresentam diferenças significativas (Giolo *et al* 2002). Nas culturas do milho e do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, Busato *et al* (2002) observaram a presença de duas raças ou biótipos de *S. frugiperda*, o “biótipo do milho” e o “biótipo do arroz”, morfológicamente iguais e fisiologicamente diferentes (Pashley *et al* 1985, 1987, 1995). Aparentemente, o biótipo do milho predomina nas áreas cultivadas e nas áreas em pouso predomina o biótipo do arroz (Nagoshi & Meagher 2004). Ainda, segundo estes autores, existem algumas diferenças reprodutivas e na resposta dos machos ao feromônio sexual. Há evidências da introgressão genética entre populações não completamente isoladas reprodutivamente (Prowell *et al* 2004). Por outro lado, o mecanismo de não-preferência tem sido descrito como fator de seleção hospedeira do milho pela LCM (Busato *et al* 2004).

Dentro de uma mesma espécie, têm sido registradas diferenças significativas entre variedades para muitas variáveis biológicas da LCM. A resistência do milho à lagarta-do-cartucho tem sido intensivamente pesquisada. Entre várias fontes de resistência, a maior redução no acúmulo de biomassa pela LCM foi registrada no genótipo Mp 707 (Silveira *et al* 1997).

Vários fatores têm contribuído para o aumento da densidade populacional da LCM nos últimos anos. Um deles é o cultivo intensivo de espécies hospedeiras como o milho, o sorgo e o milheto nas áreas irrigadas e na safrinha, possibilitando a coexistência de plantas em diferentes fases de desenvolvimento em áreas próximas durante todo o ano e contribuindo para maior incidência e severidade de pragas e doenças (Cruz *et al* 1998, Silva *et al* 2002). O plantio direto também é apontado como fator de permanência da praga e, segundo Osuna & Moro (1995), passou a influenciar o sítio de ataque da LCM.

Com a aprovação da lei de biossegurança no Brasil, surgiu a possibilidade do uso do milho-*Bt* para o controle de pragas, principalmente da LCM. Entretanto, a liberação dessa tecnologia deve ser acompanhada de estratégias para o manejo da resistência como, por exemplo, o uso de áreas de refúgio (Waquil 2003). Hospedeiros alternativos também podem desempenhar papel importante no sistema de produção, servindo como área de refúgio (Hilbeck *et al* 2004). Por isso, o conhecimento da adaptação da LCM nos diferentes hospedeiros alternativos, que poderão servir como área de refúgio, torna-se altamente prioritário para se estimar as respectivas equivalências em área cultivada com milho não-*Bt*. Portanto, o objetivo desse trabalho foi comparar a sobrevivência e o desenvolvimento larval de *S. frugiperda* em alguns dos principais hospedeiros alternativos ao milho (*Zea mays*) nos principais agroecossistemas brasileiros.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em ambiente climatizado com temperatura de $26 \pm 1^\circ\text{C}$. Foram comparados a sobrevivência e o desenvolvimento da lagarta-do-cartucho (LCM), *S. frugiperda* nos seguintes hospedeiros: milho (*Zea mays*) cultivar BRS 1030, sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) cultivar BR 304, sorgo selvagem (*Sorghum* sp.), capim braquiária (*Brachiaria* sp.), soja (*Glycine max*), variedade

conquista e, como testemunha, dieta artificial preparada à base de feijão (Cruz 2000). Além desses hospedeiros, foi utilizado, estrategicamente, também o fumo (*Nicotiana tabacum* L.), citado como hospedeiro da LCM (Pogue 1995) e, normalmente, utilizado como planta receptora de novos genes, devido à sua facilidade de transformação.

Utilizando-se copos plásticos com capacidade de 50 ml e tampas de acrílico transparente, foram conduzidos dois bioensaios, confinando-se, nos diferentes substratos, larvas da LCM recém-eclodidas obtidas de uma colônia mantida no laboratório. Em média, foram utilizados 50 cm² de folha tenra dos diferentes hospedeiros ou três cm³ da dieta artificial (1 x 1 cm de largura por 3 cm de altura).

Sobrevivência larval. Para avaliar a sobrevivência inicial, foi conduzido um bioensaio, confinando-se cinco larvas recém-eclodidas e sadias por copo, em cada hospedeiro. Foram utilizadas 30 repetições totalizando 150 insetos por tratamento. O número de insetos vivos e mortos foi anotado 48h após a infestação. A sobrevivência das larvas durante todo o desenvolvimento larval foi avaliada num segundo bioensaio. Entre as larvas sobreviventes no primeiro bioensaio, 90 foram individualizadas. O substrato alimentar foi trocado a cada dois dias (48h), quando se anotou o número de larvas vivas e mortas. Nos dois bioensaios o delineamento estatístico foi inteiramente casualizado e as médias foram comparadas utilizando o intervalo de confiança ($P = 0,05$).

Desenvolvimento larval. Conforme descrito anteriormente, no segundo bioensaio, cada larva foi observada em intervalos de 48h, durante todo o período de desenvolvimento larval. Durante cada observação, a biomassa de cada larva foi registrada em balança de precisão (0,1 mg). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, onde cada lagarta foi considerada uma repetição. As larvas mortas foram descartadas e o

experimento prosseguiu somente com as restantes. Ao final do período larval, no primeiro dia de observação da fase de pupa, a biomassa desta também foi registrada (0,1 mg). O período larval foi estimado somente para os insetos sobreviventes até a fase de pupa, contando-se o número de dias desde a eclosão das larvas até o dia de observação da pupa.

Análise estatística. Como o número de repetições variou de tratamento para tratamento, utilizou-se o intervalo de confiança da média ($P = 0,05$), o que equivale ao teste *t*, como critério de discriminação dos tratamentos, calculados pela planilha do Excel.

Resultados e Discussão

Sobrevivência larval. Em todos os tratamentos, tanto a sobrevivência larval inicial, como a sobrevivência durante todo o desenvolvimento, foi alta, mostrando que todos os hospedeiros utilizados, exceto o fumo, são favoráveis à sobrevivência da lagarta-do-cartucho (LCM), variando de 84% no milho a 98% na braquiária (Fig 1). No fumo, a sobrevivência das larvas de primeiro instar foi cerca de 4% e nenhuma conseguiu chegar à fase de pupa. Nos demais hospedeiros, com base no intervalo de confiança das médias, não houve diferença significativa na sobrevivência das larvas de primeiro instar. Como no segundo bioensaio foi utilizada apenas uma larva em cada parcela, não havia repetição para se calcular o intervalo de confiança da porcentagem de sobrevivência dos insetos durante o período larval. Entretanto, a sobrevivência das larvas durante todo o período larval foi semelhante, sendo os valores próximos à sobrevivência das larvas de primeiro instar. Portanto, a taxa de sobrevivência das larvas nesses hospedeiros é semelhante e a LCM pode sobreviver em todos eles, com

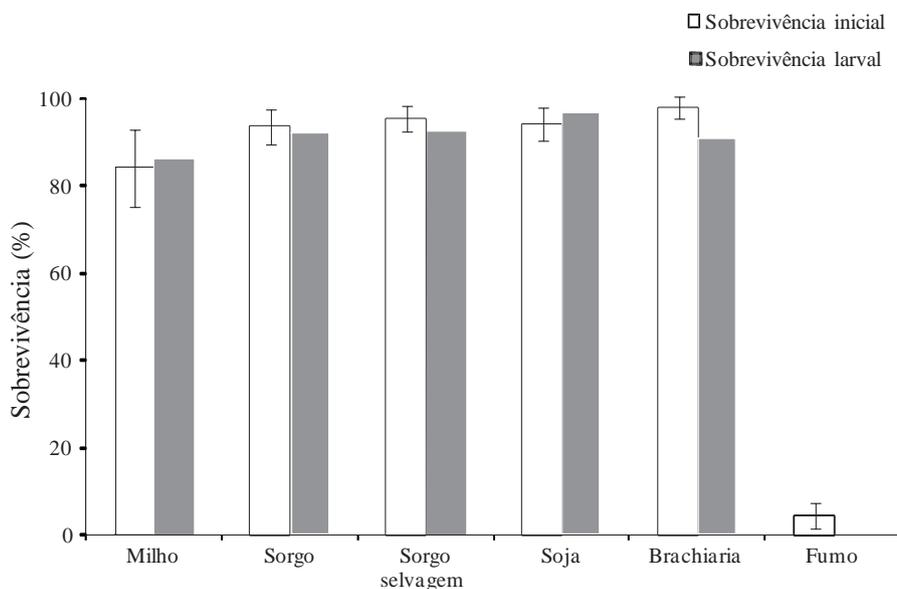


Fig 1 Porcentagem de sobrevivência (\pm intervalo de confiança, $P = 0,05$) de larvas recém-eclodidas (sobrevivência inicial) e durante o desenvolvimento larval a partir do segundo dia (sobrevivência larval) da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*, em diferentes hospedeiros alternativos.

exceção do fumo. A espécie deve ser mais bem estudada quanto à adaptação a variedades de *N. tabacum*, para se confirmar essa compatibilidade ou, quem sabe, remover essa espécie da lista de hospedeiros de *S. frugiperda*, conforme citado em Pogue (1995).

Pogue (1995) cita mais de 100 espécies de plantas hospedeiras da LCM, portanto, esta espécie exibe alto grau de polifagia, podendo se alimentar e sobreviver nos mais diversos grupos de plantas. Entre cinco hospedeiros alternativos estudados, Penco & Martin (1982) registraram 100% de sobrevivência em quatro deles. Como observado nesse trabalho, Meagher *et al* (2004) verificaram maior sobrevivência da LCM (biótipo milho) no sorgo selvagem (95,6%) do que no próprio milho (62,2%). Por outro lado, para *Spodoptera cosmioides* (Walk.) a sobrevivência em vários hospedeiros alternativos foi relativamente baixa, 21,7% em mamona, 21,8% em cebola e apenas 3,9% em soja (Bavaresco *et al* 2003).

Desenvolvimento larval. O desenvolvimento larval foi avaliado com base na biomassa de larvas e pupas. Com base na biomassa larval e no intervalo de confiança da média ($P = 0,95$), os insetos alimentados com folhas de soja e na dieta artificial acumularam mais biomassa do que os alimentados nos demais hospedeiros. O menor acúmulo de biomassa foi observado nas larvas desenvolvidas na braquiária. As larvas alimentadas no milho e nos sorgos apresentaram acúmulo intermediário de biomassa (Fig 2). Na fase de pupa, a maior biomassa foi observada nos insetos alimentados com dieta artificial e a menor nos alimentados nas folhas de braquiária e de sorgo selvagem. As pupas de larvas alimentadas com folhas do milho e do sorgo granífero apresentaram biomassas intermediárias. Houve boa correlação entre a biomassa dos diferentes tratamentos para a fase de larva e de pupa, exceto para a biomassa dos insetos alimentados com folhas de soja (Fig 2). Na soja foi observada a maior biomassa larval e na dieta artificial a pupal. Diferença no acúmulo de biomassa de

LCM foi também registrada por Meagher *et al* (2004), sendo o sorgo Sudan o hospedeiro mais adequado e a crotalária o menos adequado.

Observou-se pequena variação entre as médias do período larval dos insetos alimentados com os diferentes hospedeiros (Fig 3). Entretanto, com base no intervalo de confiança da média ($P = 0,05$), o período larval foi maior para os insetos alimentados na dieta artificial e menor nos insetos desenvolvidos no milho e no sorgo selvagem. Nos demais tratamentos, o período larval foi intermediário. Estudando a biologia da LCM em condições controladas, Penco & Martin (1982) observaram que o período larval variou de 13,1 dias (dieta artificial) a 18,5 dias em *Cyperus esculentus*, enquanto em *Paspalum notatum*, *Eleusine indica* e *Digitaria sanguinalis*, o período larval foi intermediário. Os valores absolutos registrados no presente trabalho estão altos, provavelmente, em função da temperatura. Os valores relativos mostram que a dieta utilizada talvez não tenha sido tão boa como aquela usada por Penco & Martin (1982).

Embora as diferenças no período larval tenham sido pequenas, a distribuição das populações, por período larval (% da população), mostrou-se bem diferente (Fig 4). Penco & Martin (1982) usaram a média do número de dias para completar o período larval, entretanto, nesse trabalho não se observou uma distribuição normal para a variável. A distribuição das larvas desenvolvidas no milho teve melhor aproximação da normal, enquanto que, nos demais hospedeiros, foi bastante deslocada para os maiores valores do período larval (Fig 4). A moda do período larval dos insetos desenvolvidos na soja, sorgo granífero, sorgo forrageiro e braquiária foi a mesma, 14 dias, diferindo apenas para aqueles alimentados no milho (12 dias) e dieta artificial (16 dias). Portanto, para analisar o acúmulo diário de biomassa das larvas desenvolvidas nos diferentes hospedeiros, decidiu-se agrupar os insetos por período. No geral, as larvas acumulam biomassa até atingirem a fase

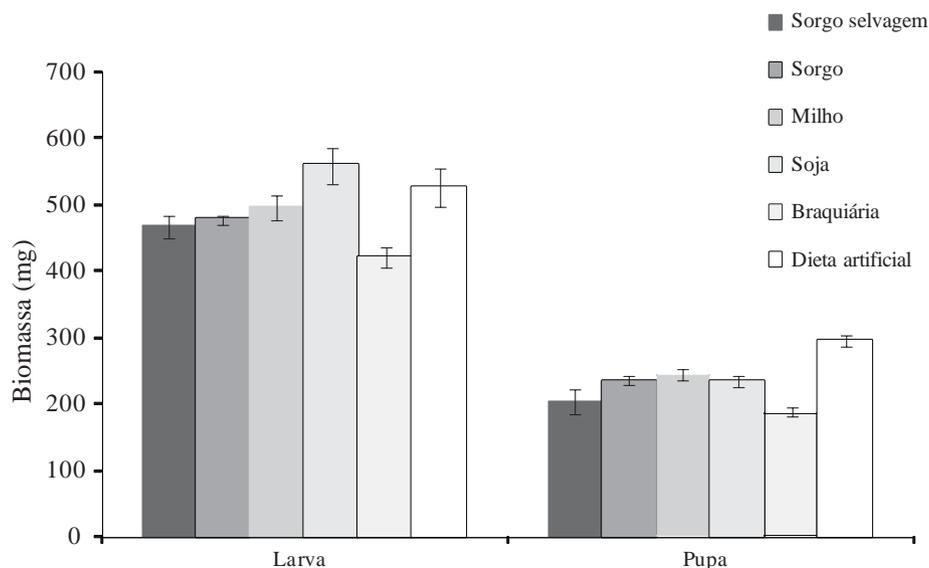


Fig 2 Biomassa de lagartas e pupas de *Spodoptera frugiperda*, alimentada em diferentes hospedeiros alternativos.

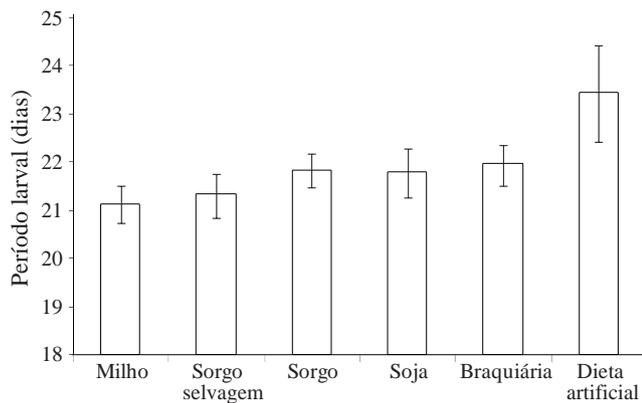


Fig 3 Período larval de *Spodoptera frugiperda*, alimentada com seções de folhas de diferentes hospedeiros alternativos.

de pré-pupa quando consomem biomassa, ou seja, gastam energia para passar à fase de pupa.

Na população de insetos desenvolvidos no milho, observaram-se três classes de períodos larvais, sendo que 57,6% da população completaram o período larval em 12 dias (Fig 5A). Com base no intervalo de confiança, cada classe acumulou biomassa em ritmo próprio, embora todos tenham chegado ao final do período com a mesma biomassa, aproximadamente 500 mg.

Nos insetos alimentados com folhas de sorgo, granífero ou selvagem, foram observadas quatro classes de períodos larvais, variando de 12 a 19 dias (Fig 5B-C). As classes predominantes (66,7% no sorgo granífero e 53,8% no sorgo selvagem) completaram o período larval em 14 dias, chegando ao final do período larval com 500 mg de biomassa. Foram observadas, também, quatro classes de períodos larvais nos insetos criados em dieta artificial (Fig 5D). Nesse caso, predominaram duas classes (34,6% cada), com duração de 14 e 17 dias.

Para as lagartas alimentadas em braquiária e soja,

foram observadas, respectivamente, cinco e seis classes de período larval (Fig 5E-F). Nesses hospedeiros, as classes predominantes (35% na braquiária e 59,1% na soja) completaram o período larval em 14 dias. Entretanto, a biomassa final foi diferente, aproximadamente 400 mg para as larvas alimentadas com braquiária e 600 mg com soja. Segundo Murúa & Virla (2004), a fertilidade de *S. frugiperda* variou de 92,1% no milho a 99,4% em *C. dactylon*.

Em geral, a biomassa final da larva não foi relacionada com a duração do período larval. Com base na moda, o período larval foi de 12 d para o milho e de 14 d para os demais hospedeiros. Considerando a biomassa desse grupo modal, o milho foi o melhor hospedeiro (12 dias de período e 500 mg de biomassa). A soja também se destacou como bom hospedeiro (14 dias de período e 600 mg de biomassa). Os sorgos mostraram resultados intermediários (14 dias de período e, aproximadamente, 500 mg de biomassa). Considerando esses critérios, o hospedeiro menos favorável foi a braquiária (14 dias de período e biomassa de 400 mg). Penco & Martim (1982) utilizaram, além das variáveis aqui analisadas, sobrevivência, biomassa, período larval e o consumo foliar para calcular um índice de susceptibilidade. Esses autores encontraram valores de 22,8, para *E. indica*, a 5,5, para *C. esculentus*.

Finalmente, os resultados indicaram que a sobrevivência da LCM nos diferentes hospedeiros testados foi alta, exceto nas folhas de fumo, que foi nula. Foi observado, ainda, maior acúmulo de biomassa nas larvas desenvolvidas em soja e nas pupas de larvas alimentadas em dieta artificial do que nos outros hospedeiros, sendo que o menor acúmulo de biomassa foi nas larvas e pupas de insetos alimentados com folhas de braquiária. O menor período larval foi observado nos insetos criados no milho e o maior naqueles criados em dieta artificial. Foi observado, também, que o número de classes de período larval variou em cada hospedeiro, sendo apenas três no milho, quatro no sorgo, braquiária e soja, e cinco na dieta artificial. Aproximadamente, até o 12º dia após a eclosão, 85% da população da LCM completou o período larval no milho; até o 14º dia, 77% no sorgo granífero, 80%

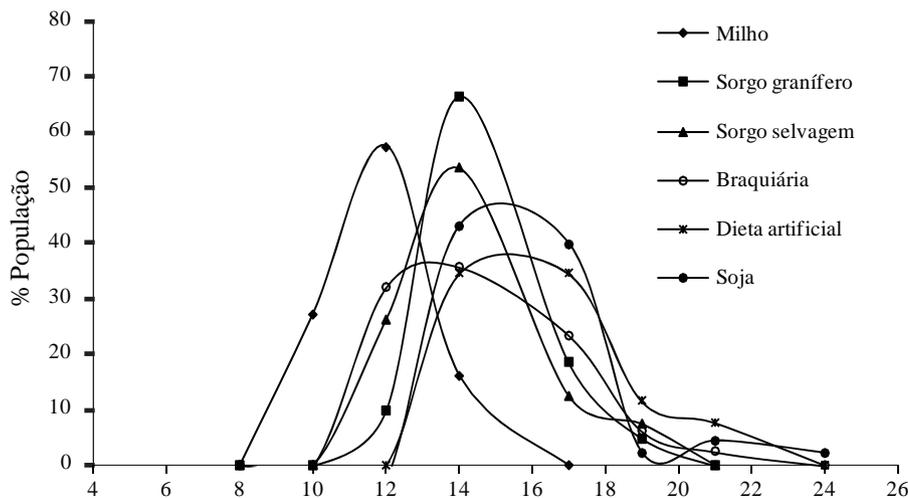


Fig 4 Distribuição de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, por período larval, alimentadas com seções de folhas de diferentes hospedeiros alternativos.

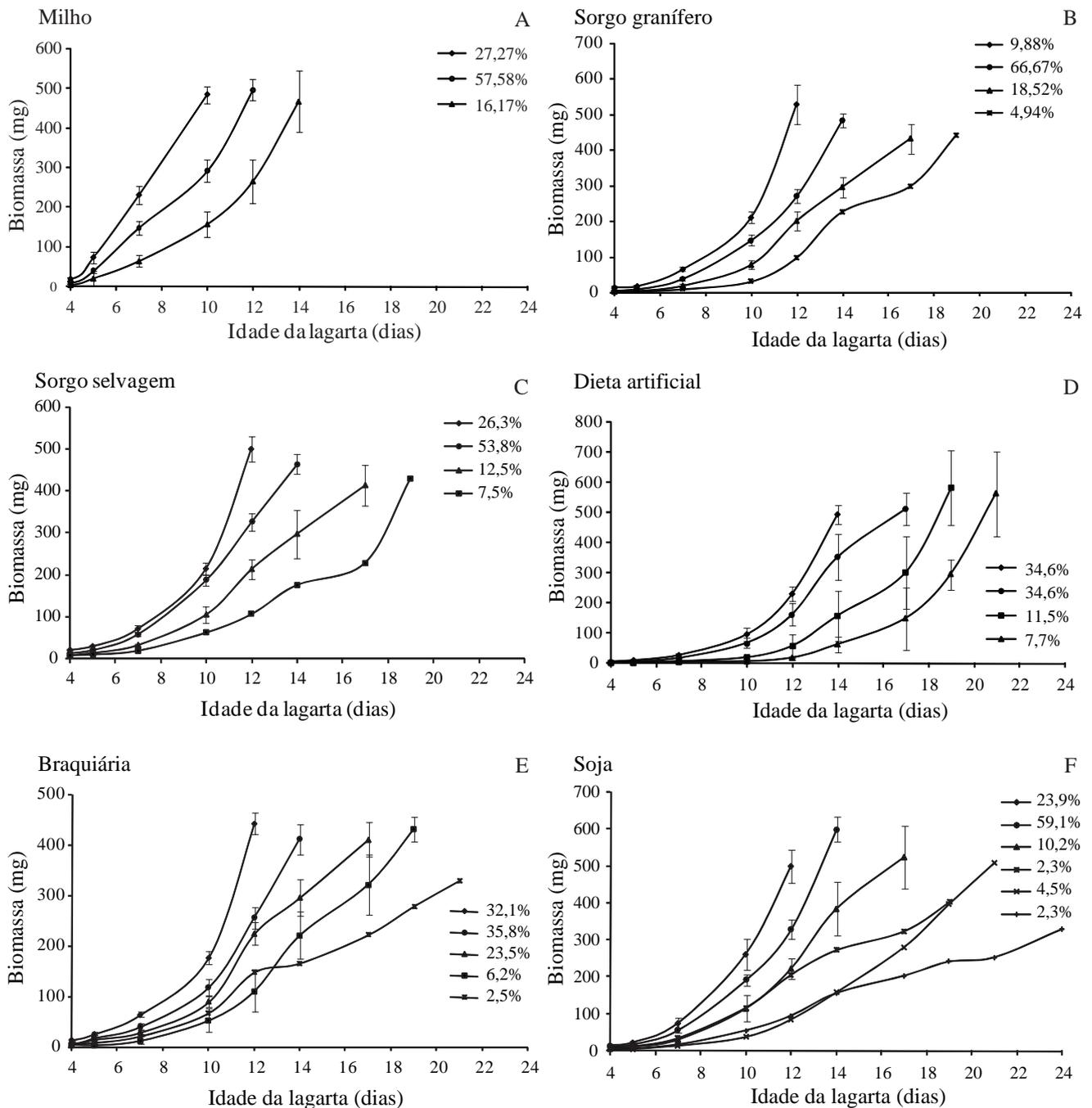


Fig 5 Acúmulo diário de biomassa (\pm intervalo de confiança da média, $P = 0,05$) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas em diferentes hospedeiros. (A) milho, (B) sorgo granífero, (C) sorgo selvagem, (D) dieta artificial, (E) braquiária, (F) soja.

no sorgo selvagem, 83% na soja e 68% na braquiária; e até o 17^o dia, 69% na dieta artificial.

Agradecimentos

Os autores manifestam seus agradecimentos às seguintes pessoas e Instituições: Antônio dos Reis Vieira e Souza e Yhara Lopes Xavier, a Embrapa Milho e Sorgo e a UFMG.

Referências

Bavaresco A, Garcia M S, Grutzmacher A D (2003) Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamona, soja e feijão. Cienc Rural 33: 993-998.
 Busato G R, Grutzmacher A D, Garcia M S (2002) Consumption and utilization of food by *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)

- (Lepidoptera: Noctuidae) native to different areas in Rio Grande do Sul, from corn and irrigated rice. *Neotrop Entomol* 31: 525-529.
- Busato G R, Grützmacher A D, Garcia M S, Giolo F P, Stefanello Jr G J, Zotti M J (2004) Preferência para alimentação de biótipos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por milho, sorgo, arroz e capim-arroz. *R. Bras. Agrocência* 10: 215-218.
- Capineira J L (2005) Fall armyworm http://creatures.ifas.ufl.edu/field/fall_armyworm.htm. Acessado em 06/03/2005.
- Carvalho R P L (1970) Danos, flutuação populacional, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo. Tese de doutorado. USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 170p.
- Cortez M G R & J M Waquil (1997) Influência de cultivar e nível de infestação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no rendimento do sorgo. *An Soc Entomol Brasil* 26: 407-410.
- Cruz I (1995) A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas, Embrapa, CNPMS, 45p. (Embrapa. CNPMS. Circular Técnica, 21).
- Cruz I (2000) Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), p.111-135. In Bueno V H P, Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. UFLA, Lavras, 207p.
- Cruz I, Turpin F T (1983) Yield impact of larval infestation of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to midwhorl stage of corn. *J Econ Entomol* 76: 1052-1054.
- Cruz I, Waquil J M (2001) Pragas da cultura do milho para silagem, p.141-207. In Cruz J C, Pereira Filho I A, Rodrigues J A S, Ferreira J J (eds.), Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 544p.
- Cruz I, Figueiredo M L C, Oliveira A C, Vasconcelos C A (1999) Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminum saturation. *Int J Pest Manag* 45: 293-296.
- Cruz I, Viana P A, Waquil J M (1998) Manejo das pragas iniciais de milho mediante o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 39p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 31).
- Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho R P L, Batista G C, Berti Filho E, Parra J R P, Zucchi R A, Alves S B, Vendramim J D, Marchini L C, Lopes J R S, Omoto C (2002) Entomologia agrícola. Piracicaba, Ed. FEALQ, 920p.
- Giolo F P, Grutzmcher A D, Garcia M S, Busato G R (2002) Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. *Rev. Bras. Agrocência* 8: 219-224.
- Hilbeck A, Andow D A, Birch A N E, Fitt G, Johnston J, Nelson K C, Osir E, Songa J, Underwood E, Wheatley R (2004) Risk assessment of *Bt* maize in Kenya: synthesis and recommendations, p.251-269. In Hilbeck A, Andow D A, Environmental risk assessment of genetically modified organisms. v.1. A case study of *Bt* maize in Kenya. AR Kapuscinski and PJ Schei, CABI Publishing, 281.
- Luginbill P. 1928. The fall armyworm. U.S. Dep. Agric. Tech. Bull. 34: 1-91.
- Meagher R L, Nagoshi R N, Stuhl C, Mitchell E R (2004) Larval development of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on different cover crop plants. *Fla Entomol* 84: 454-460.
- Murúa G, Virla E (2004) Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae) fed on corn and two predominant grass in Tucuman (Argentina). *Acta Zool Mex* 20: 199-210.
- Nagoshi R N, Meagher R L (2004) Behavior and distribution of the two fall armyworm host strains in florida. *Fla Entomol* 87: 440-449.
- Oliveira J V (1987) Caracterização e controle dos principais insetos do arroz irrigado. *Lavoura Arrozreira* 40: 17-24.
- Ortega A C (1987) Insect pests of maize: a guide for field identification. Mexico, D.F. CIMMYT, 104p.
- Osuna J A, Moro J R (1995) Produção e melhoramento do milho. Jaboticabal, FUNEP, 176p.
- Panizzi A R, Oliveira L J E, Silva J J (2004) Survivorship, larval development and pupal weight of *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) feeding on potential leguminous host plants. *Neotrop Entomol* 33: 563-567.
- Pashley D P, Johnson S J, Sparks A N (1985) Genetic population structure of migratory moths: the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann Entomol Soc Am* 78: 756-762.
- Pashley D P, Hardy T N, Hammond A M (1995) Host effects on developmental and reproductive traits in fall armyworm strains (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann Entomol Soc. Am* 88: 748-755.
- Pashley D P, Quisenberry S S, Jamjanya T (1987) Impact of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host strains on the evaluation of bermudagrass resistance. *J Econ Entomol* 80: 1127-1130.
- Pencoe N L, Martin P B (1982) Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larval development and adult fecundity on five grass hosts. *Environ Entomol* 11: 720-723.
- Pogue M G (1995) World *Spodoptera* database (Lepidoptera: Noctuidae) <http://www.sel.barc.usda.gov/lep/spodoptera/spodoptera.html>. Acessado em 10/12/2005.
- Prowell D P, McMichael M, Silvain Multilocus J F (2004) Genetic analysis of host use, introgression, and speciation in host strains of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann Entomol Soc Am* 97: 1034-1044.
- Silva R G, Galvão J C C, Miranda G V, Oliveira E (2002) Identificação dos níveis e fontes de resistência aos enfezamentos do milho. *Rev Bras Milho Sorgo* 1: 18-29.
- Silveira L C P, Vendramim J D, Rossetto C J (1997) Efeito de

- genótipo de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). An Soc Entomol Brasil 26: 291-298.
- Veenstra K H, Pashley D P, Ottea J A (1995) Host-plant adaptation in fall armyworm host strains: comparison of food consumption, utilization, and detoxication enzyme activities. Ann Entomol Soc Am 88: 80-91.
- Viana, P A, Potenza M R (2000) Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. Bragantia 59: 27-33.
- Vilella, F M F, Waquil J M, Vilela E F, Siegfried B D, Foster J E (2002) Selection of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) for survival on Cry 1A(b) *Bt*. toxin. Rev Bras Milho Sorgo 1: 12-17.
- Waquil J M, Villela F M F, Foster J E (2002) Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (Bt) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Rev Bras Milho Sorgo 1: 2-11.
- Waquil, J M (2003) Manejo da resistência em insetos praga, p.135-161. In Pires C S, Fontes E M G, Sujii E R, Impacto ecológico de plantas geneticamente modificadas. CNPq/Embrapa, Brasília, 237p.

Received 27/IX/06. Accepted 12/I/09.
