

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Consumo e Utilização de Alimento por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) Originária de Diferentes Regiões do Rio Grande do Sul, das Culturas do Milho e do Arroz Irrigado

GUSTAVO R. BUSATO, ANDERSON D. GRÜTZMACHER, MAURO S. GARCIA, FABRIZIO P. GIOLO E ANDREZA F. MARTINS

Depto. Fitossanidade - FAEM/UFPel, C. postal 354, 96010-900, Pelotas, RS

Neotropical Entomology 31(4):525-529 (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

ABSTRACT - The goal of this work was to determine by means of consumption and utilization of natural food, the existence of strains of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in different areas of corn and irrigated rice in Rio Grande do Sul. Four populations were collected: one in Santa Rosa, traditional area of corn cropping; one in Uruguaiana, traditional area of rice; and two in Pelotas, where corn and rice are planted side by side. In the laboratory, 20 larvae were individualized (second generation) and kept in petri dishes, in BOD, at 25°C temperature, 70 ± 10% RH and 14h photophase. The larvae were fed on leaves of their respective hosts, hybrid of corn BRS 8330 and the cultivar of irrigated rice Embrapa 6-Chuí. The leaves of both hosts were submitted to bromatological analysis. The dry weight of the larva at maximum development, food consumed and feces eliminated were determined and the nutritional ratios were calculated: relative consumption ratio (RCR), relative metabolic ratio (RMR), relative growth ratio (RGR), approximate digestibilidade (AD), efficiency of conversion of ingested food (ECI), efficiency of conversion of digested food (ECD) and the metabolic cost (100 - ECD). Rice was more suitable as food for *S. frugiperda*; it was ingested in smaller amount, presented smaller 100 - ECD and larger ECI and ECD. A strong possibility of existence of two strains of *S. frugiperda* is evidenced in the State of Rio Grande do Sul, the corn and rice strains, which are morphologically similar but physiologically different.

KEY WORDS: Nutritional index, fall armyworm, insect strain

RESUMO - O objetivo do trabalho foi verificar, através de medidas de consumo e utilização de alimento natural, a existência de raças de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) nas culturas do milho e do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Foram coletadas quatro populações: uma em Santa Rosa, região tradicionalmente produtora de milho; uma em Uruguaiana, região tradicionalmente produtora de arroz; e duas em Pelotas, região que produz milho e arroz lado a lado (uma em milho e outra em arroz). Individualizaram-se 20 lagartas de cada população (segunda geração) em placas de Petri, mantidas em BOD à temperatura de 25°C, UR 70 ± 10% e fotofase de 14h. As lagartas foram alimentadas com folhas de seus respectivos hospedeiros, o híbrido de milho BRS 8330 e a cultivar de arroz irrigado Embrapa 6-Chuí. As folhas de ambos hospedeiros foram submetidas a análise bromatológica. Foram determinados o peso seco da lagarta no máximo desenvolvimento, do alimento consumido, e das fezes eliminadas, e calculados os índices nutricionais: taxa de consumo relativo (RCR), taxa metabólica relativa (RMR), taxa de crescimento relativo (RGR), digestibilidade aproximada (AD), eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI), eficiência de conversão do alimento digerido (ECD) e custo metabólico (100 - ECD). O arroz apresentou-se mais adequado para a alimentação dos insetos, pois foi ingerido em menor quantidade, apresentando menor 100 - ECD, e maior ECI e ECD. Evidencia-se forte possibilidade de existirem duas raças de *S. frugiperda* no Rio Grande do Sul, a "raça do milho" e a "raça do arroz", morfologicamente iguais e fisiologicamente diferentes.

PALAVRAS-CHAVE: Índice nutricional, lagarta-do-cartucho, lagarta-da-folha, raça de inseto

Nas culturas do milho e do arroz irrigado no Rio Grande do Sul ocorrem várias espécies de insetos fitófagos, dentre as quais, destaca-se *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), referida com grande frequência devido aos grandes desfolhamentos que causa às plantas (Cruz 1995, Martins & Botton 1998).

No milho é conhecida como lagarta-do-cartucho e alimenta-se praticamente em todas as fases de desenvolvimento da cultura, embora tenha preferência por cartuchos de plantas jovens. Os prejuízos na produção de grãos em regiões tropicais atingem 34% em casos severos, variando de acordo com a fase de desenvolvimento da planta, com o tipo de cultivar utilizada, local de plantio e mesmo entre áreas adjacentes, de acordo com as práticas agrônomicas adotadas (Cruz 1995).

No arroz é conhecida como lagarta-da-folha, sendo encontrada alimentando-se de plantas novas, antes da inundação definitiva dos arrozais, consumindo-as completamente. Em determinados anos atinge níveis populacionais elevados, podendo destruir totalmente a lavoura. As lagartas alimentam-se, preferencialmente, de plantas de capim-arroz (*Echinochloa* spp.), passando a atacar o arroz após a eliminação das invasoras por herbicidas (Botton et al. 1998, Martins & Botton 1998). Já nas lavouras onde o arroz também é cultivado sobre taipas, o ataque pode se estender até a fase de emissão de panículas, devido ao deslocamento das lagartas para esses locais, após a inundação da lavoura.

Inicialmente, *S. frugiperda* foi considerada uma espécie polífaga. Entretanto, essa posição foi rejeitada quando diferenças aloenzimáticas foram detectadas entre nove populações coletadas alimentando-se sobre milho nos Estados Unidos (EUA) e uma população coletada sobre arroz em Porto Rico (Pashley et al. 1985). Em Louisiana (EUA) a sobrevivência em ambas as plantas hospedeiras, milho e arroz, revelou a existência de duas raças, simpátricas e sincrônicas, que tendem a usar diferentes hospedeiras (Pashley 1986). A "raça do milho" alimenta-se de milho e algodão, enquanto que a "raça do arroz" foi encontrada alimentando-se de arroz, grama seda e outras gramíneas forrageiras (Pashley 1993). Tais raças são morfologicamente iguais, entretanto fisiologicamente diferentes (Veenstra et al. 1995).

A constatação da existência de raças tem fundamental importância na atual concepção da Entomologia Econômica, pois pode haver variação no consumo de alimento e, conseqüentemente, no nível de dano econômico para cada cultura (Pashley et al. 1992), bem como comportamento diferenciado em relação a inseticidas (Pashley et al. 1987) e ao controle biológico.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar, através de medidas de consumo e utilização de alimento natural, a existência de raças de *S. frugiperda* para as diferentes regiões do Rio Grande do Sul, nas culturas do milho e do arroz irrigado.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Biologia de Insetos, Departamento de Fitossanidade (DFs), Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel"

(FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPEl), Capão do Leão - RS.

Foram coletadas quatro populações de *S. frugiperda* em áreas isoladas, distanciadas em mais de 300 km: uma em Santa Rosa, região tradicionalmente produtora de milho, uma em Uruguaiana, região tradicionalmente produtora de arroz, e duas em Pelotas, região que produz milho e arroz lado a lado (uma em milho e outra em arroz). As lagartas coletadas foram criadas em laboratório sobre folhas do respectivo hospedeiro até a pupação; nas gerações subseqüentes foram mantidas em dieta artificial utilizada para *Anticarsia gemmatilis* Hueb. A metodologia de criação foi a descrita por Parra (1996), utilizando-se tubos de vidro de fundo chato de 2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura.

Para a realização dos estudos de consumo e utilização de alimento, para cada população, foram individualizadas 20 lagartas recém-eclodidas, da segunda geração, em placas de Petri (10 cm de diâmetro) sendo mantidas em câmara climatizada (BOD) à temperatura de 25°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14h. As lagartas foram alimentadas com folhas de seus respectivos hospedeiros, o híbrido de milho BRS 8330 e a cultivar de arroz irrigado Embrapa 6-Chuí, semeados em baldes plásticos de 10 kg, em casa-de-vegetação, no estádio de sete a nove folhas para milho ou com cerca de 40 dias após a emergência para arroz irrigado. As folhas eram coletadas diariamente e secções de sua parte mediana eram imersas por 30 min. em água para manter a turgescência. Por ocasião do fornecimento às lagartas, as folhas eram desinfetadas em solução de sulfato de cobre 2% durante 20 min. e, posteriormente, lavadas em água destilada. Em cada placa, colocavam-se dois pedaços de rolete dental de algodão hidrófilo com aproximadamente 1 cm de comprimento embebidos em água destilada.

O alimento fornecido foi pesado diariamente. O alimento e as fezes remanescentes foram mantidos a 55-60°C, por 24h, quando atingiam o peso constante, acusando a completa desidratação, sendo posteriormente pesados em balança eletrônica de precisão, com aproximação de 0,0001 g. Paralelamente, foi separada uma alíquota de 10 placas de Petri, sem lagartas, para cada substrato, visando a determinação do peso seco inicial da dieta (Parra 1991).

Ao atingirem o máximo desenvolvimento (último ínstar), as lagartas foram retiradas das placas de Petri, mortas por congelamento, e mantidas a 55-60°C, para sua completa desidratação, e então pesadas. Por ser ínfimo o peso inicial do inseto, este foi desprezado (considerado zero), sendo computado somente o peso do inseto no final do período de alimentação (T), para a determinação do ganho de peso (\bar{B}).

Para determinação dos índices de nutrição quantitativa da fase larval, adotou-se a metodologia proposta por Waldbauer (1968) e modificada por Scriber & Slansky Jr. (1981). Para o cálculo desses índices, foram utilizados os seguintes parâmetros (em peso de matéria seca):

T = duração do período de alimentação (dias);

Af = peso do alimento fornecido ao inseto (g);

Ar = peso da sobra do alimento fornecido ao inseto (g), após T;

F = peso das fezes produzidas (g) durante T;
 B = ganho de peso pelas lagartas (g) durante T;
 B = peso médio das lagartas (g) durante T;
 I = peso do alimento ingerido (g) durante T;
 I - F = alimento assimilado (g) durante T;
 M = (I - F) - B = alimento metabolizado durante o período de alimentação.

Foram determinados os índices de consumo utilização para cada tratamento, através das seguintes fórmulas:

- Taxa de consumo relativo (g/g/dia) - RCR = $\frac{I}{B.T}$

- Taxa de crescimento relativo (g/g/dia) - RGR = $\frac{B}{B.T}$

- Taxa metabólica relativa (g/g/dia) - RMR = $\frac{M}{B.T}$

- Digestibilidade aproximada (%) - AD = $\frac{I-F}{I} \times 100$

- Eficiência de conversão do alimento ingerido (%) -

ECI = $\frac{B}{I} \times 100$

- Eficiência de conversão do alimento digerido (%) -

ECD = $\frac{B}{I-F} \times 100$

- Custo metabólico (%) = 100 - ECD

Uma amostra representativa das folhas de milho e de arroz (de toda fase larval), foi submetida a análise bromatológica, no Laboratório de Nutrição Animal (LNA), Departamento de Zootecnia (DZ), da FAEM/UFPel.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo cada lagarta considerada uma repetição. As variáveis: fezes produzidas, alimento assimilado, alimento metabolizado, taxa metabólica relativa, eficiência de conversão do alimento digerido e custo metabólico foram transformadas para $\sqrt{x+0,5}$. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa "GENES" (Cruz 2001) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P \leq 0,05).

Resultados e Discussão

Com base na análise bromatológica, as folhas de milho e de arroz, oferecidas como alimento para as lagartas de *S. frugiperda*, diferiram principalmente nos teores de sílica de 1,1 e 7,1%, respectivamente. A sílica confere textura rígida à epiderme (dureza), constituindo barreira mecânica que dificulta a alimentação das lagartas (Djamin & Pathar 1967, Carbonari & Martins 1998), devido ao desgaste ocasionado aos dentes da mandíbula.

As populações do milho diferiram significativamente das populações do arroz, apresentando maior quantidade do alimento ingerido, fezes produzidas e ganho de peso (Fig. 1), bem como maior quantidade de alimento assimilado (Fig. 2). Entretanto, para alimento metabolizado (Fig. 2) as populações originárias do milho, não diferiram da população Uruguaiana/arroz.

A ingestão de maior quantidade de folhas de milho pelas lagartas pode se dever a alguma forma de adaptação dos insetos a inadequações nutricionais, pois segundo Crócomo & Parra (1985), lagartas da mesma espécie, alimentadas com milho, trigo e sorgo, apresentaram uma resposta compensatória diante da menor qualidade nutricional do alimento, ingerindo-o em maior quantidade.

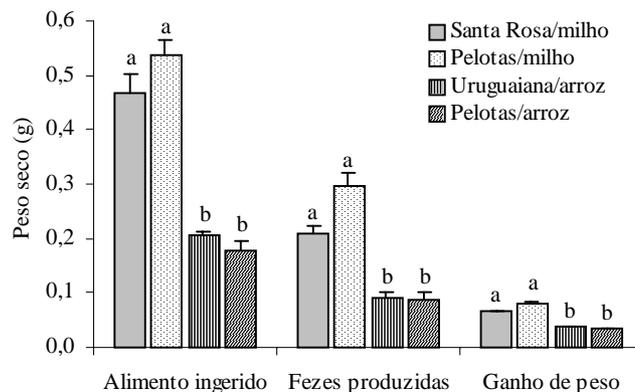


Figura 1. Alimento ingerido, fezes produzidas e ganho de peso (\pm EP) para *S. frugiperda*, originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, nas culturas o milho e do arroz irrigado. Temperatura de 25°C, UR de 70 \pm 10% e fotofase de 14h. Capão do Leão - RS, 2001. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

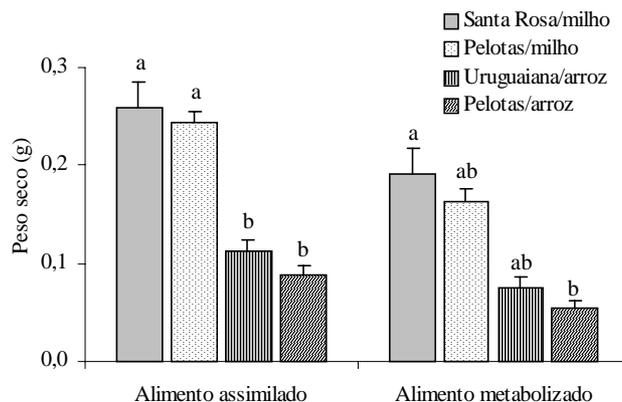


Figura 2. Alimento assimilado e alimento metabolizado (\pm EP) de *S. frugiperda*, originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, nas culturas o milho e do arroz irrigado. Temperatura de 25°C, UR de 70 \pm 10% e fotofase de 14h. Capão do Leão - RS, 2001. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A duração da fase larval (Tabela 1) foi afetada pelo hospedeiro, possivelmente devido ao maior teor de sílica apresentado pelas folhas de arroz, pois foi constatada maior duração quando os insetos foram alimentados com este hospedeiro em relação ao milho. Lagartas de *S. frugiperda* coletadas em milho no município de Botucatu, SP, apresentaram duração da fase larval de 14 dias (Crócomo &

Tabela 1. Duração da fase larval, taxa de consumo relativo (RCR), taxa metabólica relativa (RMR), taxa de crescimento relativo (RGR), digestibilidade aproximada (AD), eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI), eficiência de conversão do alimento digerido (ECD), custo metabólico (100 - ECD) e mortalidade (\pm EP) para *S. frugiperda*, originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, nas culturas do milho e do arroz irrigado. Temperatura de 25°C, UR de 70 \pm 10% e fotofase de 14h. Capão do Leão - RS, 2001.

Duração, índices nutricionais e mortalidade	Populações de <i>S. frugiperda</i>			
	Santa Rosa/milho (15)	Pelotas/milho (14)	Pelotas/arroz (14)	Uruguaiana/arroz (14)
Duração (dias)	14,7 \pm 0,30 b	15,1 \pm 0,39 b	19,4 \pm 0,63 a	21,4 \pm 0,59 a
RCR (g/g/dia)	0,476 \pm 0,030 a	0,457 \pm 0,029 a	0,264 \pm 0,019 b	0,247 \pm 0,007 b
RMR (g/g/dia)	0,191 \pm 0,022 a	0,140 \pm 0,012 a	0,083 \pm 0,010 b	0,088 \pm 0,009 b
RGR (g/g/dia)	0,068 \pm 0,001 a	0,067 \pm 0,002 a	0,052 \pm 0,002 b	0,047 \pm 0,001 b
AD (%)	54,7 \pm 2,80 a	46,0 \pm 2,82 a	52,1 \pm 3,57 a	55,3 \pm 4,46 a
ECI (%)	15,3 \pm 1,15 b	15,2 \pm 1,02 b	21,2 \pm 1,94 a	19,3 \pm 1,05 a
ECD (%)	29,3 \pm 2,68 b	33,8 \pm 2,03 b	43,3 \pm 4,26 a	38,3 \pm 3,52 a
100 - ECD (%)	70,7 \pm 2,68 a	66,2 \pm 2,03 a	56,7 \pm 4,26 b	61,7 \pm 3,52 b
Mortalidade (%)	75,0 \pm 0,10 a	70,0 \pm 0,11 a	70,0 \pm 0,11 a	70,0 \pm 0,11 a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância. Valores entre parênteses expressam o número de unidades experimentais.

Parra 1985), semelhante à obtida no presente trabalho, onde se obteve duração de aproximadamente 15 dias. Lagartas coletadas em milho no município de Pelotas, RS, apresentaram duração da fase larval de 22 dias, quando alimentadas com arroz e capim-arroz (Botton *et al.* 1998).

Com relação aos índices nutricionais (Tabela 1), as populações oriundas do milho diferiram significativamente em relação às do arroz, apresentando maior taxa de consumo relativo (RCR), que expressa a quantidade de alimento ingerido por grama de peso corpóreo do inseto por dia; maior taxa metabólica relativa (RMR) que representa a quantidade de alimento gasto em metabolismo por miligrama de peso corpóreo, e maior taxa de crescimento relativo (RGR) que indica o ganho de biomassa em relação a seu peso. Crócomo & Parra (1985) também observaram maior RCR e RMR, para lagartas alimentadas com folhas de milho em relação a trigo e sorgo.

Não houve diferença significativa entre as populações do milho e do arroz para a digestibilidade aproximada (AD), índice que representa a percentagem do alimento ingerido efetivamente assimilado pelo inseto, bem como para a mortalidade de lagartas (Tabela 1).

As populações do milho também diferiram significativamente das populações do arroz, por apresentarem menor eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI), que representa a percentagem do alimento ingerido pelo inseto e transformado em biomassa, e menor eficiência de conversão do alimento digerido (ECD), que representa a percentagem do alimento digerido convertido em biomassa do inseto, porém, com maior custo metabólico (Tabela 1). Resultados similares foram obtidos por Crócomo & Parra (1985), constatando menores ECI e ECD e maior custo metabólico, para lagartas alimentadas com folhas de milho. Porém, Veenstra *et al.* (1995) constataram maior ECD para a "raça do milho", ao estudarem o consumo e

utilização de folhas de milho por lagartas coletadas em Louisiana (EUA), previamente identificadas como "raça do milho" e "raça do arroz" através de análise de polimorfismo e de DNA (Pashley 1986).

Não houve diferenças para a maioria dos índices nutricionais avaliados, entre as populações do mesmo hospedeiro, ou seja, tanto entre as populações de Santa Rosa/milho e Pelotas/milho, quanto entre as populações de Uruguaiana/arroz e Pelotas/arroz. Entretanto, houve diferenças entre as populações do milho quando comparadas com as do arroz, para os diferentes parâmetros e índices nutricionais avaliados (Tabela 1, Fig. 1 e 2).

Diante dos resultados, evidencia-se forte possibilidade de existirem duas raças no Rio Grande do Sul, morfologicamente iguais porém fisiologicamente diferentes: a "raça do milho" e a "raça do arroz".

Com relação ao alimento, constata-se no presente trabalho que o arroz apresenta-se mais adequado para a alimentação das lagartas, pois foi o alimento ingerido em menor quantidade, apresentando o menor custo metabólico, a maior eficiência de conversão do alimento ingerido e digerido. Em contrapartida, o milho apresenta piores características para a alimentação de *S. frugiperda*, fato este também observado por Crócomo & Parra (1985) em relação a lagartas alimentadas com folhas de trigo e sorgo.

A possível existência de duas raças de *S. frugiperda* no Rio Grande do Sul, aqui relatada, deve ser confirmada por meio de testes com inversão alimentar (fonte de alimento fornecido/hospedeiro de origem) e análise de polimorfismo e de marcadores moleculares. Caso esse fato seja confirmado, em trabalhos futuros com *S. frugiperda*, é imprescindível a correta caracterização do hospedeiro original, a determinação do nível de dano econômico para cada cultura e a avaliação do comportamento das raças em relação a inseticidas e inimigos naturais.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelo apoio financeiro; e ao Laboratório de Nutrição Animal, do DZ/FAEM/UFPel, pelo auxílio concedido.

Literatura Citada

- Botton, M., J.J. Carbonari, M.S. Garcia & J.F. da S. Martins. 1998.** Preferência alimentar e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em arroz e capim-arroz. An. Soc. Entomol. Brasil. 27: 207-212.
- Carbonari, J.J. & J.F. da S. Martins. 1998.** Fatores químicos e morfológicos de plantas de arroz e sua associação com a resistência a insetos. Agrop. Clima Temp. 1: 107-115.
- Crócomo, W.B. & J.R.P. Parra. 1985.** Consumo e utilização de milho, trigo e sorgo por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Rev. Bras. Entomol. 29: 225-260.
- Cruz, C.D. 2001.** Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística. Ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 648p.
- Cruz, I. 1995.** A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 45p. (Embrapa.CNPMS. Circular Técnica, 21).
- Djainin, A. & M.D. Pathar. 1967.** Role of silica in resistance to Asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker), in rice varieties. J. Econ. Entomol. 60: 347-351.
- Martins, J.F.S & M. Botton. 1998.** Controle de insetos da cultura do arroz, p.273-300. In S.T. Peske, J.L. Nedel & A.C.S.A. Barros (eds.), Produção de arroz irrigado. Pelotas, UFPel, 665p.
- Parra, J.R.P. 1991.** Consumo e utilização de alimento por insetos, p.9-65. In A.R. Panizzi & J.R.P. Parra (eds.), Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole, 359p.
- Parra, J.R.P. 1996.** Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico 3rd ed. Piracicaba, FEALQ, 137p.
- Pashley, D.P. 1986.** Host-associated genetic differentiation in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): a sibling species complex? Ann. Entomol. Soc. Am. 79: 898-904.
- Pashley, D.P. 1993.** Causes of host-associated variation in insect herbivores: an example from fall armyworm, p. 351-359. In K.C. Kim & B.A. McPherson (eds.) Evolution of insect pests: patterns of variation. John Wiley & Sons, New York, 496p.
- Pashley, D.P., A.M. Hammond & T.N. Hardy. 1992.** Reproductive isolating mechanisms in fall armyworm host strains (Lepidoptera: Noctuidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 85: 400-405.
- Pashley, D.P., S.J. Johnson & A.N. Sparks. 1985.** Genetic population of migratory moths: The fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 78: 756-762.
- Pashley, D.P., T.C. Sparks, S.S. Quisenberry, T. Jamjanya & P.F. Dowd. 1987.** Two fall armyworm strains feed on corn, rice and bermuda grass. Louis. Agriculture. 30: 8-9.
- Scriber, J.M. & F. Slansky Jr. 1981.** The nutritional ecology of immature insects. Annu. Rev. Entomol. 26: 183-211.
- Veenstra, K.H., D.P. Pashley & J.A. Ottea. 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.
- Waldbauer, G.P. 1968.** The consumption and utilization of food by insects. Adv. Insect Physiol. 5: 229-288.

Received 07/12/01. Accepted 10/08/02.